

UNIVERSIDAD DE CUENCA



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS NIVELES DE PRESIÓN SONORA
REGISTRADOS EN EL ÁREA URBANA DEL CANTÓN CAÑAR.”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO
A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR:

FABIAN ANTONIO ARAUJO FLORES
C.I. 0302104047

DIRECTORA:

ING. ANA LUCÍA ASTUDILLO. MSc
C.I. 0103681557

CUENCA – ECUADOR

2017



RESUMEN

El ruido es un tipo de contaminación energética que puede alterar los ecosistemas y poner en peligro la salud humana. El presente proyecto, tiene como objetivo determinar los niveles de presión sonora en el área urbana del cantón Cañar, para ello se trazó cuadrículas en el mapa político del cantón, con la ayuda del programa Arcgis 10,3. Todos los puntos monitoreados fueron georeferenciados, durante el monitoreo se registró el flujo vehicular y las eventualidades. El análisis se realizó en horas consideradas pico, en horario de 07:00h a 08:00h, 13:00h a 14:00h, 20:00h a 21:00h, el equipo utilizado fue un sonómetro marca PCE-322A clase 2, los niveles de presión sonora fueron plasmados en un mapa acústico donde se evidencia los lugares con mayor contaminación acústica. El análisis se realizó en treinta puntos de la cabecera urbana del cantón Cañar en los meses de agosto y septiembre del 2016. Los niveles de presión sonora registrados oscilan entre 52,23dB y 82,09dB; lo cual se atribuye al tráfico vehicular y a las condiciones ambientales propias que presenta Cañar como es el viento, sin embargo las zonas más contaminadas son las que se encuentran próximas a la Panamericana. Existen dos puntos Panamericana y Jaime Roldós (frente a la Terminal) y Panamericana y 24 de Mayo, cuyos valores de presión sonora superan los 75,0 dB. Con la elaboración del mapa acústico se obtuvo un primer diagnóstico de la contaminación acústica generada en la urbe del cantón Cañar.

Palabras claves: Cañar, presión sonora, ruido, viento.



ABSTRACT

Noise is a type of energetic pollution that can negatively affect ecosystems as well as endanger human health. The objective of this current project is to determine the levels of sonar pressure that can be registered in the urban area of Cañar. For this reason, certain points within the district have been selected at random and monitored, according to the political map of the town limits with the aid of the program Arcgis 10,3. All of the monitored spots have been geo-referenced, and during this process, the vehicular flow and its temporariness have also been registered. The analysis took place at what is considered to be peak hours for influx of noise, from 07:00h to 08:00h, 13:00h to 14:00h, and 20:00h to 21:00h. The equipment used was a sound level meter PCE-322A class 2, pressure levels were captured in an acoustic map which displayed the locations with the highest concentration of noise pollution. The analysis was completed over a radius of thirty unique spots located in the urban region of Cañar from the months of August to September of 2016. The obtained results showed levels of sonar pressure between 51,23dB and 82,09dB and this fact is attributed to vehicular traffic and current environmental conditions in Cañar such as wind. Furthermore, the zones with the greatest noises were those in near distance to Panamericana and Jaime Roldós (in front of the terminal), as well as Panamericana and 24 de Mayo, with noise levels above seventy five decibels. With the fabrication of the acoustic map, the first sonar pressure diagnostic of the urban region of Cañar was completed.

Key words: Cañar, sonar pressure, wind



CONTENIDO

RESUMEN	2
ABSTRACT	3
1. INTRODUCCIÓN	13
Objetivo General	16
Objetivos Específicos	16
2. FUNDAMENTO TEÓRICO	17
2.1. Bases teóricas	17
2.1.1. Sonido	17
2.1.2. Propagación de sonido	17
2.1.3. Cronología sobre la preocupación del ruido ambiental	17
2.1.4. Ruido	18
2.1.5. Propiedades físicas del ruido	18
2.1.6. Tipos de ruido	19
2.1.6.1. Ruido Específico	19
2.1.6.2. Ruido Residual	19
2.1.6.3. Ruido Total	19
2.1.6.4. Ruido Impulsivo	19
2.1.7. Fuentes de ruido	19
2.1.8. Efectos del ruido en el hombre	20
2.1.9. Efectos del ruido en la naturaleza	20
2.1.10. Influencia del viento en la generación de ruido	20
2.1.11. Instrumentos de medición de ruido	21
2.1.12. Contaminación acústica	22
2.1.13. Normativa Ambiental	22
2.1.14. Mapa Acústico	23
3. MATERIALES Y MÉTODOS	24
3.1. Área de Estudio	24
3.2. Descripción General del cantón Cañar	24
3.2.1. Población	24
3.2.2. Características Geográficas de Cañar	24
3.2.3. Localización Geográfica.	25
3.2.4. División Política.	25



3.2.5.	Clima.....	25
3.2.6.	Hidrografía.....	25
3.2.7.	Orografía.....	26
3.3.	Puntos de Monitoreo.....	26
3.4.	Metodología de medición.....	26
3.5.	Equipos empleados.....	27
3.6.	Herramientas informáticas.....	27
3.7.	Normativa Nacional.....	28
3.8.	Estudio de correlación entre los niveles de presión sonora y el número de vehículos.....	29
3.9.	Clasificación de los niveles de presión sonora según la Organization for Economic Cooperation and Development.....	29
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
4.1.	Condiciones Meteorológicas.....	30
4.2.	Análisis del ruido en los diferentes puntos de monitoreo del cantón Cañar. Período Agosto – Septiembre 2016. Horario 07:00h a 08:00h.....	30
4.2.1.	Comparación de los niveles de presión sonora con la normativa Nacional Período Agosto – Septiembre de 2016. Horario 07:00h a 08:00h.....	30
4.2.2.	Niveles de presión sonora registrados en la cabecera urbana del cantón Cañar.....	32
4.2.3.	Número de vehículos contabilizados en el cantón Cañar en los meses de Agosto – Septiembre de 2016.....	33
4.2.4.	Análisis de correlación entre el número de vehículos y los niveles de presión sonora. Período Agosto – Septiembre de 2016. Horario de 07:00h a 08:00h.....	35
4.2.5.	Análisis de correlación entre la velocidad del viento y los niveles de presión sonora. Período Agosto – Septiembre de 2016. Horario de 07:00h a 08:00h. 36	
4.2.6.	Mapa Acústico del cantón Cañar. Período Agosto – Septiembre de 2016. Horario de 07:00h a 08:00h.....	37
4.3.	Análisis del ruido en los diferentes puntos de monitoreo del cantón Cañar. Período Agosto – Septiembre 2016. Horario 13:00h a 14:00h.....	38
4.3.1.	Comparación de los niveles de presión sonora con la normativa nacional.....	38
4.3.2.	Niveles de presión sonora registrados en la cabecera urbana del cantón Cañar.....	40
4.3.3.	Análisis de correlación entre el número de vehículos y los niveles de presión sonora.....	41
4.3.4.	Análisis de correlación entre la velocidad del viento y los niveles de presión sonora.....	42



4.3.5. Mapa Acústico del cantón Cañar. Período Agosto – Septiembre de 2016. Horario 13:00h a 14:00h.....	42
4.4. Análisis del ruido en los diferentes puntos de monitoreo del cantón Cañar. Período Agosto – Septiembre 2016. Horario 20:00h a 21:00h.	43
4.4.1. Comparación de los niveles de presión sonora con la normativa nacional.	43
4.4.2. Niveles de presión sonora registrados en la cabecera urbana del cantón Cañar.	45
4.4.3. Análisis de correlación entre el número de vehículos y los niveles de presión sonora. Período Agosto – Septiembre de 2016. Horario de 20:00 a 21:00h. 46	
4.4.4. Análisis de correlación entre la velocidad del viento y los niveles de presión sonora. Período Agosto – Septiembre de 2016. Horario de 20:00h a 21:00h. 47	
4.4.5. Mapa Acústico del cantón Cañar. Período Agosto – Septiembre de 2016. Horario 20:00h a 21:00h.....	48
4.5. Criterios de aceptabilidad para ruido según la norma OECD.....	49
5. CONCLUSIONES	50
6. RECOMENDACIONES	54
7. BIBLIOGRAFÍA.....	55
8. ANEXOS	59



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación del viento según su velocidad.....	21
Tabla 2. Criterios de Aceptabilidad según la OECD	23
Tabla 3: Parroquias rurales y urbanas del cantón Cañar.	25
Tabla 4. Niveles máximos de emisión de ruido para Fuentes Fijas de Ruido.....	28
Tabla 5. Condiciones meteorológicas promedio registradas durante el monitoreo, correspondientes a los meses de Agosto y Septiembre de 2016.	30
Tabla 6. Niveles de ruido y comparación con la normativa en los diferentes puntos de monitoreo del cantón Cañar. Período Agosto – Septiembre de 2016. Horario 07:00h a 08:00h.....	31
Tabla 7. Número de vehículos registrados en los diferentes puntos de monitoreo.	33
Tabla 8. Niveles de ruido y comparación con la Normativa en los diferentes puntos de monitoreo del cantón Cañar. Período Agosto – Septiembre de 2016. Horario 13:00h a 14:00h.....	38
Tabla 9. Niveles de ruido y comparación con la normativa en los diferentes puntos de monitoreo del cantón Cañar. Período Agosto – Septiembre de 2016. Horario 20:00h a 21:00h.....	43
Tabla 10. Análisis comparativo según la normativa OECD.	49



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Movimiento de las partículas en un medio elástico.....	17
Figura 2. Frecuencia del ruido.....	18
Figura 3. Intensidad o Volumen del ruido	19
Figura 4. Ubicación de la zona de estudio, en la provincia del Cañar, cantón Cañar, parroquia Cañar.....	24
Figura 5. Valores de LK _{eq} obtenidos en los puntos de monitoreo del cantón Cañar. Niveles máximos de ruido Área Residencial. Período Agosto – Septiembre de 2016.	32
Figura 6. Valores de LK _{eq} obtenidos en los puntos de monitoreo del cantón Cañar. Niveles máximos de ruido Área Comercial. Período Agosto – Septiembre de 2016. ..	33
Figura 7. Correlación entre el nivel de presión sonora y el número de vehículos registrados. Período Agosto – Septiembre de 2016. Horario de 07:00h a 08:00h.	35
Figura 8. Correlación entre el nivel de presión sonora y la velocidad del viento.	36
Figura 9. Mapa Acústico del cantón Cañar.	37
Figura 10. Valores de LK _{eq} obtenidos en los puntos de monitoreo del cantón Cañar. Niveles máximos de ruido. Área Residencial. Período Agosto – Septiembre de 2016.	40
Figura 11. Valores de LK _{eq} obtenidos en los puntos de monitoreo del cantón Cañar. Niveles máximos de ruido. Área Comercial.	40
Figura 12. Correlación entre el nivel de presión sonora y el número de vehículos registrados. Período Agosto – Septiembre de 2016. Horario 13:00h a 14:00h.	41
Figura 13. Correlación entre el nivel de presión sonora y la velocidad del viento.	42
Figura 14. Mapa Acústico del cantón Cañar.	43
Figura 15. Valores de LK _{eq} obtenidos en los puntos de monitoreo del cantón Cañar. Niveles máximos de ruido Área Residencial. Período Agosto – Septiembre de 2016. Horario 20:00h a 21:00h.....	45
Figura 16. Valores de LK _{eq} obtenidos en los puntos de monitoreo del cantón Cañar. Niveles máximos de ruido. Área Comercial. Período Agosto – Septiembre de 2016. Horario 20:00h a 21:00h.....	46
Figura 17. Correlación entre el nivel de presión sonora y el número de vehículos registrados. Período Agosto – Septiembre de 2016. Horario de 20:00h a 21:00h.	47
Figura 18. Correlación entre el nivel de presión sonora y la velocidad del viento. Período Agosto – Septiembre de 2016. Horario de 20:00h a 21:00h.	47
Figura 19. Mapa Acústico del cantón Cañar. Período Agosto – Septiembre de 2016. Horario 20:00h a 21:00h.....	48



Universidad de Cuenca
Cláusula de derechos de autor

Yo, Fabian Antonio Araujo Flores, autor del Trabajo de Titulación "**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS NIVELES DE PRESIÓN SONORA REGISTRADOS EN EL ÁREA URBANA DEL CANTÓN CAÑAR**", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Ingeniero Ambiental. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 13 de marzo de 2017

Fabian Antonio Araujo Flores

C.I: 0302104047



Universidad de Cuenca
Cláusula de propiedad intelectual

Yo, Fabian Antonio Araujo Flores, autor del Trabajo de Titulación **"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS NIVELES DE PRESIÓN SONORA REGISTRADOS EN EL ÁREA URBANA DEL CANTÓN CAÑAR"**, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 13 de marzo de 2017

Fabian Antonio Araujo Flores

C.I: 0302104047



AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero y profundo agradecimiento a la Ingeniera Ana Lucía Astudillo por apoyarme inmensamente en la realización del presente estudio, por brindarme su valioso tiempo y compartir conmigo sus amplios conocimientos. Al Gobierno Autónomo Descentralizado Intercultural del Cantón Cañar y de manera especial a los técnicos miembros del departamento de la Unidad de Control Ambiental por apoyarme e impulsar el desarrollo de este proyecto, que irá en beneficio y el bienestar de la ciudadanía del Cantón Cañar.



DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada a mi Abuelita que me cuida y protege siempre. A mi padre por ser la motivación que me impulsa a seguir adelante, su humildad y generosidad lo caracterizan en cada momento, definitivamente si me llego a parecer un tantito en su accionar diré que he triunfado en la vida. A mi madre, por su paciencia, cariño, consejos, valores, amor y entrega incondicional que día a día me brinda. A mi hermano Nilson, dicen que una persona no vale por lo que tiene, si no por lo que da, sin duda que vales muchísimo mí querido hermano. A mi hermana Gaby por ser mi mejor amiga, mi consejera, por ser una persona sana en todas las formas y por siempre estar presente cuando más le necesito y creer en mí. A Paulita Beatriz por brindarme su amor y apoyo durante toda esta etapa de mi vida.



1. INTRODUCCIÓN

El percibir sonidos es una capacidad innata que tienen los seres vivos tanto el hombre como los animales, la importancia de receptar los mismos es fundamental para la supervivencia, ya que de esta manera puede existir comunicación entre las diferentes especies existentes en la tierra, gracias a ciertos sonidos también se puede estar alerta ante un peligro y disfrutar de sensaciones placenteras que presenta la vida cotidiana, sin embargo, ciertos sonidos originados por el hombre y debido a diferentes causas o circunstancias como: necesidad, comodidad, libertinaje y placer, deja ya de ser aceptado por otras personas, convirtiéndose de esta manera en “ruido” (Fundación Natura, 2007).

Cabe mencionar que el ruido es una apreciación subjetiva que presenta el hombre ante la exposición de un sonido, de esta manera un mismo sonido para ciertas personas puede considerarse como ruido y para otras en cambio puede ser una sensación agradable, sin embargo la parte objetiva del ruido es la cuantificación de los niveles de presión sonora, y cuando este supera los límites de cierto umbral se produce contaminación acústica, lo que conlleva a alteraciones completas en el ecosistema y molestias físicas y psicológicas en el hombre (Campos, 2011).

Los niveles de ruido a nivel mundial continúan incrementándose (Platzer M, Iñiguez C, Cevo E, & Ayala R, 2007), por lo que estudios cada vez más frecuentes de contaminación acústica se desarrollan para conocer las causas, efectos y fuentes de ruido y de esta manera establecer estrategias para mitigar dicha contaminación.

Si bien el ruido ha existido desde la antigüedad, es mucho más evidente desde el siglo pasado, debido a la industrialización, desarrollo de nuevas tecnologías y mejoras en el transporte y comercio, por ende se observa que la principal causa de contaminación acústica es la generada por el hombre. De esta manera se ha podido determinar que las principales fuentes de ruido urbano son producto del tráfico vehicular, aéreo, sirenas de ambulancia, animales domésticos y ruidos generados en lugares de ocio (García, 2006).

Entre las razones más relevantes para realizar este estudio se destacan las afecciones a la salud ocasionadas por los altos niveles de presión sonora, siendo las principales: pérdida de la audición, alteraciones en el sistema cardiovascular e inmunológico (Molina, Miceli, & Guelman, 2015). Además, el ruido puede afectar el sueño, el



rendimiento laboral, así como las habilidades de comunicación (Andrade & Pilar, 2014).

Actualmente en el Ecuador ciudades como Quito, Ambato, Cuenca y Azogues han priorizado este tema de la contaminación acústica que es muy importante, por lo que han desarrollado una serie de estudios y análisis, de esta manera surgen los mapas acústicos cuyos niveles de presión sonora han sido evaluados en función de las normativas nacional y local.

En la ciudad de Quito se han realizado múltiples estudios sobre la contaminación acústica, uno de ellos denominado “Gestión sobre ruido ambiental en el Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador”, cuyo objetivo primordial fue realizar un monitoreo en diferentes puntos de la ciudad y de esta manera conocer los puntos que sobrepasan la normativa e identificar las fuentes principales de ruido, los resultados obtenidos mostraron un aumento de fuentes fijas en la ciudad y un cumplimiento en los niveles de presión sonora de un 30 a 40%. El ruido promedio durante el día, en las estaciones del sur y norte de la ciudad varía de 55,0 a 65,0 dB, en el caso del centro, el grado de variación de los niveles de presión sonora promedio es aproximadamente 5,0 dB menor (Chávez, 2012).

La ciudad de Cuenca cuenta también con diferentes estudios y mapas de contaminación acústica. Investigaciones realizadas por el Centro de Estudios Ambientales de la Universidad de Cuenca en los años 2005, 2006, 2010 y 2015, concluyen que los Niveles de presión sonora sobrepasan la normativa nacional establecida con respecto a ruido diurno que es 60,0dB, además que los sitios de mayor ruido son aquellos en donde se tiene un mayor porcentaje de vehículos de transporte público y privado (Vázquez, Astudillo, & Espinoza, 2011).

“Determinación de la Contaminación Acústica en la Zona Centro de la Ciudad de Ambato” fue un estudio de evaluación de los niveles de ruido registrados en la ciudad antes mencionada, para ello se monitoreo en 108 puntos de la ciudad, los resultados registrados indicaron que la totalidad de los puntos evaluados superan los 55,0 dB, siendo este un valor guía de la Organización Mundial de la Salud (OMS) como límite tolerado para ambiente exterior (Burgos & Parra, 2012).

En la ciudad de Azogues provincia de Cañar, en el año 2015 se realizó un estudio de los niveles de presión sonora en distintos puntos de la zona urbana de la ciudad, en total se analizaron 52 puntos en los cuales se verificó el cumplimiento con el libro VI, Anexo 5 del Texto Unificado de Legislación Ambiental (TULSMA), los resultados obtenidos indicaron que en el centro de la ciudad y en las zonas cercanas a la



Panamericana sur, los niveles de presión sonora sobrepasan los 60,0 dB (Saquisilí, 2015).

En el cantón Cañar en el año 2007 Fundación Natura conjuntamente con la municipalidad del cantón realizaron un estudio sobre el ruido en la cabecera urbana, sin embargo en dicho estudio no se elaboraron mapas acústicos y no consideraron los aspectos que actualmente el acuerdo ministerial exige a la hora de realizar el monitoreo de los niveles de presión sonora. Los resultados obtenidos evidenciaron contaminación acústica en 22 de los 24 puntos evaluados.

El cantón Cañar ubicado al sur este del Ecuador en la provincia del mismo nombre, a 3.120 mts de altura sobre el nivel del mar, limita al norte con la provincia de Chimborazo, al sur con la provincia del Azuay y los cantones Biblián y Azogues, al este con el cantón Azogues y al oeste con la provincia del Guayas. Las principales actividades que se desarrollan en el cantón son la agricultura, ganadería y el comercio (Guzmán & Maldonado, 2012).

El progreso tecnológico y el crecimiento poblacional se relacionan directamente con la industrialización de las ciudades, por lo que con el paso del tiempo aumentan las empresas, fábricas, centros comerciales y el parque automotriz en las diferentes ciudades. La población del cantón Cañar en el año 2010 fue de 18.335 habitantes, en el año 2020 y 2025 se prevé tener una población de 20.657 y 21.967 habitantes (Gobierno Autónomo Descentralizado Intercultural del cantón Cañar, 2015) lo que seguramente conllevará a una mayor contaminación ambiental y a una mayor producción, consumo y desechos de productos.

Las actividades económicas que producen mayor contaminación en el recurso suelo, aire y agua en el cantón Cañar se han incrementado considerablemente, ya que en la actualidad cuenta aproximadamente con 112 actividades productivas (Unidad de Control Ambiental del Cantón Cañar, 2015), entre las principales se encuentran: lavadoras y lubricadoras de vehículos, mecánicas automotrices e industriales, discotecas, fábrica de bloques, latonerías entre otras. Al realizar la actualización de dichas actividades se observa claramente que los rubros productivos más contaminantes en cuanto al ruido se refiere, son los talleres industriales, aserríos y discotecas, sumando un total de 39, que constituyen la principal fuente de contaminación acústica en la ciudad al hablar de fuentes fijas. (Unidad de Control Ambiental del Cantón Cañar, 2015)

En cuanto a las fuentes móviles, cabe resaltar que la Dirección de Movilidad Transporte y Convivencia del cantón Cañar, diariamente matricula un promedio de 50



vehículos, dando un promedio mensual aproximado de 800 a 1.000 vehículos. Actualmente el parque automotriz del cantón cuenta con 10.000 a 10.500 automotores, lo que evidencia un aumento progresivo del parque automotor en el cantón, siendo una de las posibles fuentes de contaminación acústica en Cañar. Otro factor que pudiera estar incidiendo al hablar de fuentes móviles de contaminación de ruido es la operación de la Terminal Terrestre que se inauguró el 1 de Febrero del 2016, ya que con ello se implementaron un número mayor de buses contribuyendo así a la generación de ruido.

El cantón Cañar al encontrarse a una altura de 3120 msnm, presenta una temperatura promedio de 11,8 °C, con precipitaciones que varían entre 13,3mm a 67mm (Guzmán & Maldonado, 2012), la velocidad del viento promedio en el cantón durante todo el año supera los 3m/s, existiendo mayores velocidades en los meses de Agosto con un promedio de 4,25m/s y el mes que reporta velocidades menores es el mes de Mayo con velocidades que bordean los 3,11m/s (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2016)

A mayor altura sobre el nivel del mar existen mayores velocidades de viento, esta condición meteorológica modifica el desplazamiento de la onda vibratoria a través del aire y lo hace aumentando la presión sonora en 5,0 dB según los diferentes escenarios ya que al existir viento el sonido se propaga en línea curva y no en línea recta (Cevallos, 2015).

De acuerdo a lo fundamentado anteriormente la presente investigación tiene como objetivos:

Objetivo General

Determinar los niveles de Presión sonora ocasionados por fuentes móviles y fijas en el área urbana del cantón Cañar, mediante un monitoreo puntual, para establecer las áreas que superan la normativa Nacional.

Objetivos Específicos

Caracterizar el grado de contaminación acústica mediante un Mapa de Ruido.

Constatar el cumplimiento de la Normativa Nacional a partir de los resultados obtenidos en los periodos de muestreo.

Identificar las áreas de mayor contaminación acústica asociadas a la presencia de fuentes fijas y móviles.

2. FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1. Bases teóricas

2.1.1. Sonido

Se le puede definir al sonido como una sensación percibida en el oído, producido por variaciones de presión provenientes de vibraciones de cuerpos en movimiento que se transmiten en medios elásticos. A partir de ciertos límites, las variaciones de presión sonora pueden ser captadas por el oído humano, de esta manera se evidencia que no toda vibración del aire se le considera como sonido ya que necesariamente debe existir estimulación en el sentido auditivo (Asinsten, 2010).

2.1.2. Propagación de sonido

Los dos condicionantes para que exista propagación de onda es la perturbación vibratoria y un medio elástico; pudiendo ser el aire, agua, tierra y cualquier cuerpo constituido por materia. De esta manera se concluye que no se puede producir sonido en el vacío, ya que no existe diferencia de presiones en el medio y por ende no hay movimiento de partículas (Berg & Stork, 2008).

El movimiento de las partículas pueden darse de dos maneras, la primera es longitudinal es decir las partículas se mueven a la misma dirección de la onda y la segunda forma es transversal ya que el movimiento de las partículas son perpendiculares a la dirección de onda. Figura 1.

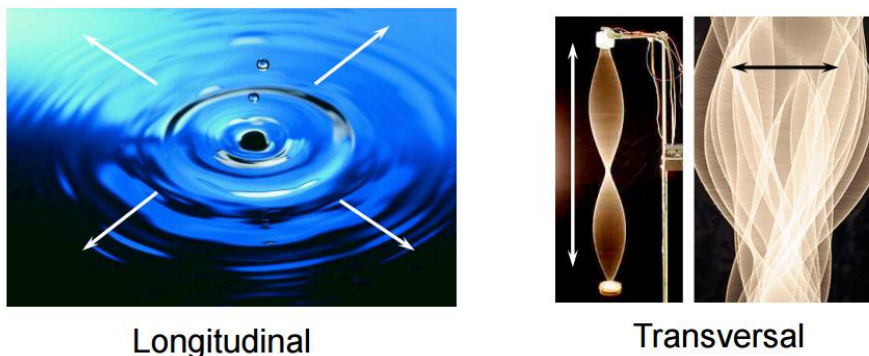


Figura 1. Movimiento de las partículas en un medio elástico.
Fuente. Bello, 2011

2.1.3. Cronología sobre la preocupación del ruido ambiental

El ruido fue reconocido como contaminante en la calidad de aire en el año de 1972 en el Congreso del Medio Ambiente de las Naciones Unidas llevado a cabo en Estocolmo y también por la SCOPE (Scientific Comittee on Problems Environment), si bien mucho antes ya existieron pronunciamientos sobre este tema, tales como la reunión

celebrada en Nueva York en el año de 1929 donde el principal objetivo fue debatir sobre el ruido ocasionado por el tráfico vehicular; posteriormente, en 1934, en el Reino Unido se habló ya de límites permisibles en cuanto al ruido, donde investigadores de sonidos “indeseados” recomendaron dicha legislación evaluando los niveles de presión sonora provenientes de los vehículos. Cronológicamente Alemania fue el primer país que legisló sobre el control de ruidos producidos por vehículos automotores en el año de 1953 (Muscar, 2000).

2.1.4. Ruido

El ruido se le considera como un fenómeno acústico debido a que produce en sus receptores una sensación auditiva desagradable, en cuanto a sus propiedades físicas decimos que el sonido es una forma de energía, una vibración, sin embargo es la subjetividad de las personas la que le pueden catalogar a esta manifestación como ruido. Entonces se evidencia dos atributos del ruido; el fenómeno físico por una parte y, la sensación auditiva por otra (Muscar, 2000).

2.1.5. Propiedades físicas del ruido

2.1.5.1. Frecuencia del ruido.

Es el número de repeticiones (o ciclos), por unidad de tiempo. Su unidad de medida es el Hertz (1 Hz es un ciclo por segundo) (Vásquez, 2008).

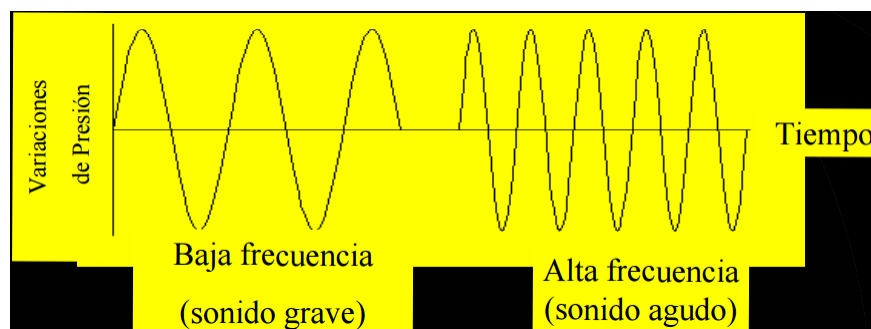


Figura 2. Frecuencia del ruido

Fuente. Vásquez, 2008

2.1.5.2. Intensidad o Volumen del ruido

La intensidad de ruido se define como la cantidad de energía sonora transmitida en una dirección determinada por unidad de área. Para que el oído humano pueda percibir un sonido de doble intensidad, el nivel de presión sonora debe ser diez veces mayor, dado esta circunstancia el ruido se mide en escala logarítmica y su unidad de medida es el dB. A medida de que la amplitud de onda aumenta el sonido es más intenso y viceversa (Vásquez, 2008).

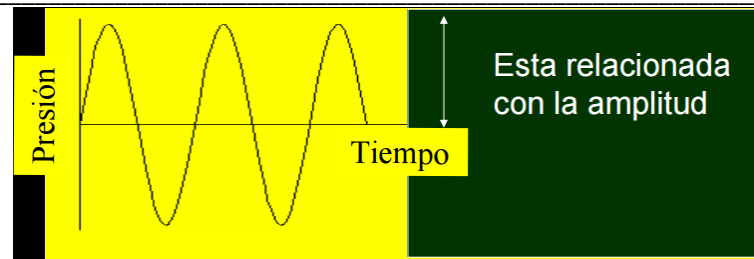


Figura 3. Intensidad o Volumen del ruido
Fuente. Vásquez, 2008

2.1.6. Tipos de ruido

Los conceptos para los diferentes tipos y fuentes de ruido según al Acuerdo Ministerial 97-A, Anexo 5 de Noviembre del 2015 del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULSMA) son:

2.1.6.1. Ruido Específico

Es el ruido emitido por una fuente fija o móvil de ruido. Es el que se evalúa para efectos del cumplimiento de los niveles máximos permisibles de ruido establecidos en la norma a través del LK_{eq}.

2.1.6.2. Ruido Residual

Es el ruido que existe en el ambiente en ausencia del ruido específico en el momento de la medición

2.1.6.3. Ruido Total

Es aquel ruido compuesto por el ruido específico y el ruido residual.

2.1.6.4. Ruido Impulsivo.

Ruido caracterizado por breves incrementos de la presión sonora. La duración de un ruido impulsivo es generalmente inferior a 1s.

2.1.7. Fuentes de ruido

2.1.7.1. Fuente Emisora de Ruido (FER)

Se le considera como fuente emisora de ruido a toda actividad, proceso u operación que produzca o pueda producir emisiones de ruido al ambiente, incluyendo el ruido generado por el hombre.

2.1.7.2. Fuente Fija de Ruido (FFR)

Fuente emisora de ruido o conjunto de fuentes emisoras de ruido ubicadas dentro de los límites legales y físicos en un predio de un lugar fijo. Ejemplos: discotecas, terminales de buses, lavaderos de carros, fábricas, industrias etc.



2.1.7.3. Fuente Móvil de Ruido (FMR)

Todo vehículo motorizado que pueda emanar ruido al ambiente. Ejemplos: vehículos livianos, pesados, motos, buses, etc.

2.1.8. Efectos del ruido en el hombre

Entre las principales afecciones a la salud de las personas ocasionadas por el ruido están: pérdida de la audición, cambios hormonales, alteraciones en el sistema cardiovascular e inmunológico y variaciones del comportamiento (Molina, Miceli, & Guelman, 2015). Además, el ruido puede afectar el sueño, el rendimiento laboral y la productividad, así como las habilidades de comunicación (Andrade & Pilar, 2014), siendo el grupo más vulnerable los niño/as, adultos y las personas con discapacidad auditiva. Investigaciones de la actualidad relacionan también el ruido con la diabetes y con efectos metabólicos negativos, por lo que en un estudio se determinó que al incrementar 10 dB en la exposición media de ruido de tráfico en 5 años se produjo un aumento medio de la circunferencia de la cintura de 0,35 cm, aumentando así su peso corporal (Nicole, 2016).

2.1.9. Efectos del ruido en la naturaleza

El principal efecto en el medio ambiente ocasionado por el ruido es la modificación lenta de ecosistemas completos, viéndose afectado principalmente los árboles ya que se ha evidenciado que las aves recogen cientos de semillas y prefieren enterrarlas en lugares sin ruido para comerlas posteriormente, eventualmente muchas de las semillas logran germinar, esto significa que el número de árboles en una zona ruidosa se reduce considerablemente. En el mismo estudio se demostró que las aves sufren cambios biológicos al incrementar el volumen de su canto para comunicarse y sobrevivir (BBC News, 2012). En otros casos se produce migración e invasión de diferentes especies de animales a lugares menos o más ruidosos según su conveniencia, el ruido fuerte como el de los aviones afecta también la reproducción y crecimiento de una gran variedad de animales como aves y mamíferos, (Bueno, Enciso, Núñez, Escribano, & Sanz, 2015).

2.1.10. Influencia del viento en la generación de ruido

Cuando existen diferencias en la presión atmosférica se origina el viento, justamente para equilibrar las mismas, de esta manera la dirección del viento siempre será de lugares de mayor presión hacia lugares de menor presión (Cevallos, 2015).

El viento es un elemento esencial en la circulación de la atmósfera, los movimientos del viento transportan calor, oxígeno y otros condicionantes de la atmósfera alrededor de la Tierra. A mayor altura sobre el nivel del mar existen mayores velocidades de



viento, el viento modifica el desplazamiento de la onda vibratoria a través del aire y lo hace aumentando la presión sonora en 5,0 dB según los diferentes escenarios ya que al existir viento el sonido se propaga en línea curva y no en línea recta (Cevallos, 2015).

La velocidad de los vientos dominantes tiende a crecer con la altitud, debido a la reducción de la fricción con el suelo. En zonas, entre la parte baja y los 2.500 o 3.000 metros de altitud la velocidad puede aumentar con la altitud al doble o al triple. Sin embargo, muchos otros factores de orden local pueden alterar estas tendencias generales (Comité Meteorológico Internacional, 2008).

A continuación se muestra la tabla 1, donde se representa la clasificación de los vientos según la escala de Beaufort.

Tabla 1 Clasificación del viento según su velocidad.

Escala	Nombre	m/s	Km/h
0	Calma	0 - 0.2	1
1	Ventolina	0.3 – 1.5	1 – 5
2	Brisa muy débil	1.6 – 3.3	6 – 11
3	Brisa débil	3.4 – 5.4	12 – 19
4	Brisa moderada	5.5 – 7.9	20 – 28
5	Brisa fresca	8.0 – 10.7	29 – 38
6	Viento fresco	10.8 – 13.8	39 – 49
7	Viento fuerte	13.9 – 17.1	50 – 61
8	Viento duro	17.2 – 20.7	62 – 74
9	Viento muy duro	20.8 – 24.4	75 – 88
10	Temporal	24.5 – 28.4	89 – 102
11	Borrasca	28.5 – 32.6	103 – 117
12	Huracán	≥ 32.7	≥ 118

Fuente: Comité Meteorológico Internacional, 2008

2.1.11. Instrumentos de medición de ruido

El principal instrumento para medir el ruido ambiente utilizado actualmente es el sonómetro, existiendo diferentes tipos según el grado de precisión que presente el mismo. El sonómetro fue diseñado para responder aproximadamente de la misma manera que lo hace el oído humano ante la exposición de un sonido dando mediciones objetivamente del nivel de presión sonora (Bruel & Kjaer, 2003).



Existen diferentes procedimientos aplicables sobre la señal recibida y se basa en un circuito eléctrico cuya sensibilidad varía en función de la frecuencia tal como sucede con el oído humano, estos procesamiento se han regulado y estandarizado internacionalmente en tres ponderaciones “A”, “B” y “C”, y el rango de frecuencia va de 20 Hz a 20 kHz. La última etapa del sonómetro es la unidad de lectura mostrando el nivel de presión sonora en dB, o dBA, indicando que el nivel de presión sonora ha sido ponderado con el filtro A (Bruel & Kjaer, 2003).

Existen 4 tipos de sonómetro que son los más comunes, el tipo 0 utilizado en los laboratorios y sirve como estándar de referencia, el tipo 1 se utiliza en el laboratorio y también en el campo, el tipo 2 para análisis de ruido en el campo y el tipo 3 para realizar mediciones de reconocimiento (Bruel & Kjaer, 2003).

2.1.12. Contaminación acústica

Hace referencia al ruido como factor contaminante, es decir, deja de ser un sonido placentero y se convierte en ruido llegando a considerarse nocivo y perjudicial a la salud del ser humano (Bravo & Andrés, 2015). La contaminación acústica es un tipo de contaminación energética, debido a que no existe la presencia de ningún contaminante sólido, líquido o gaseoso externo que altere las condiciones naturales del aire, más bien se habla de variaciones en los niveles de presión sonora producido por la vibración de un cuerpo o materia transmitido a través de un cuerpo elástico (Bonilla, Manuel, Monge, & Evandry, 2015).

2.1.13. Normativa Ambiental

2.1.13.1. Normativa Ambiental Ruido Nacional

La normativa nacional vigente sobre los niveles de presión sonora permisibles está regulada por la Legislación Ambiental Secundaria (TULSMA), actualizada según el Acuerdo Ministerial 97-A, Anexo 5 de Noviembre del 2015, en donde se establecen límites máximos permisibles de ruido según el uso de suelo. Tabla 4. En el acuerdo ministerial también se especifican las fuentes de contaminación acústica, los tipos de ruido existentes y por último se manifiesta la metodología para el monitoreo de evaluación de ruido tanto para el total como específico (Ministerio del Ambiente Acuerdo Ministerial 97-A, 2015).

2.1.13.2. Normativas Ambientales Ruido Internacional

Existen diferentes normativas internacionales que regulan el ruido en los diferentes países, entre los principales podemos citar la OECD (Organization for Economic Cooperation and Development), FICON (Federal Interagency Committee on Noise) y el HUD (Department of Housing Urban Development) de los Estados Unidos.



La Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) es un foro en donde los gobiernos de 34 países trabajan conjuntamente, para promover el crecimiento económico, el desarrollo sostenible y la prosperidad. De esta manera analiza también temas ambientales y más específicamente los límites permisibles de ruido que se registran en las ciudades. La tabla 2 presenta los criterios de aceptabilidad dados por la Organization for Economic Cooperation and Development.

Tabla 2. Criterios de Aceptabilidad según la OECD

1er Nivel	Aceptable	LEQ<65dB
2do Nivel	Inaceptable	65dB<LEQ<75dB
3er Nivel	Peligroso	LEQ>75dB

Fuente: (Organization for Economic Cooperation and Development, 2014).

El Comité Federal Interagencial de Ruido (FICON) de 1990 fue elaborado con el fin de revisar políticas que rigen los impactos de ruido en los aeropuertos, centrándose principalmente en los efectos de los altos niveles de presión sonora y los criterios de aceptabilidad para el periodo de 24 horas (Federal Interagency Committee on Noise, 2010).

El Departamento de Vivienda y Desarrollo Urbano (HUD) de los Estados Unidos es un departamento del Gabinete del Poder Ejecutivo del gobierno federal de los Estados Unidos, cuyo departamento entre otras acciones, establece los límites de presión sonora permisibles para el estado de California, clasificándolos como aceptables e inaceptables (Department of Housing Urban Development, 2013).

2.1.14. Mapa Acústico

Se le puede definir a un mapa acústico como una aplicación metodológica Geoestadística, para la representación cartográfica, predicción y valoración de la distribución del ruido en una zona y tiempo determinado (Yepes, Gómez, Sánchez, & Jaramillo, 2008).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Área de Estudio

El presente trabajo se desarrolló en la cabecera urbana parroquial del cantón Cañar de la provincia del mismo nombre. El monitoreo se realizó en los meses de agosto y septiembre de 2016. La figura 4, muestra el mapa donde se realizó la investigación.

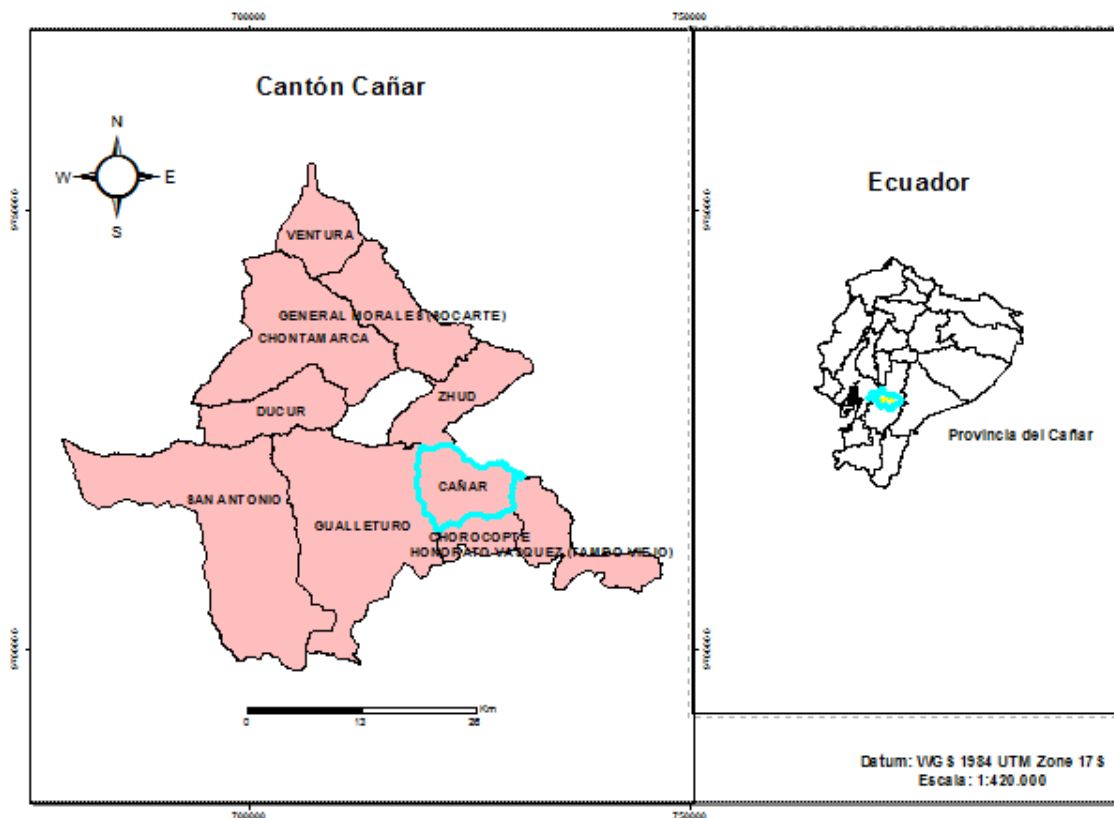


Figura 4. Ubicación de la zona de estudio, en la provincia del Cañar, cantón Cañar, parroquia Cañar.

Fuente: INEC, 2016

3.2. Descripción General del cantón Cañar

3.2.1. Población

Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo el cantón Cañar en el año 2010 presentó 18.335 habitantes.

3.2.2. Características Geográficas de Cañar

- Altitud: 300 y 4.000 m.s.n.m.
- Latitud: 2°33'5''S
- Longitud: 78°56'15''W
- Superficie: 1.751.20 Km² (Guzmán & Maldonado, 2012).



3.2.3. Localización Geográfica.

El cantón Cañar ubicado al sur este del Ecuador en la provincia del mismo nombre, limita al norte con la provincia de Chimborazo, al sur con la provincia del Azuay y los cantones Biblián y Azogues, al este con el cantón Azogues y al oeste con la provincia del Guayas (Guzmán & Maldonado, 2012).

3.2.4. División Política.

El cantón cañar está constituido por una parroquia urbana y 11 parroquias rurales, representadas en la tabla 3.

Tabla 3: Parroquias rurales y urbanas del cantón Cañar.

Parroquia	Tipo
Cañar	Urbana
Ingapirca	Rural
Honorato Vásquez	Rural
Juncal	Rural
Zhud	Rural
Chorocopte	Rural
San Antonio	Rural
Gualleturo	Rural
Ducur	Rural
Ventura	Rural
Chontamarca	Rural
General Morales	Rural

Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Cañar, 2015

3.2.5. Clima.

El cantón Cañar presenta una variedad de climas, en el páramo la temperatura anual promedio es de 11,8 °C y la precipitación oscila entre 13,3mm a 67mm, en el Subtrópico la temperatura varía de 18 °C a 26 °C. El cantón cuenta con una humedad relativa del 73,8%. El periodo seco o verano se extiende desde el mes de junio a septiembre, los demás meses del año presentan precipitaciones (GAD Intercultural del Cantón Cañar, 2015).

3.2.6. Hidrografía.

Los principales ríos con los que cuenta el cantón Cañar pertenecen al río Pucuhuayco y Zhamzhan. También cuenta con una fuente hídrica importante como es la laguna Culebrillas y el río del mismo nombre que al confluir con el río Silante se forma el río



Cañar que tiene algunos afluentes como: el Tisay, San Vicente y Celcel y otros que al llegar a la costa del Ecuador toman el nombre de río Naranjal (Guzmán & Maldonado, 2012).

3.2.7. Orografía.

El cantón Cañar se asienta en la Cordillera de los Andes, por lo que presenta una topografía accidentada, con elevaciones como el Huayrapungo a 3.163 m.s.n.m. El Buerán a 3.806 m.s.n.m, y el Molobog a 3.490 m.s.n.m. Además el cantón cuenta con cordilleras como Cauca, Malal y Puruvín en la parroquia de Gualleturo. Debido a la gran superficie que presenta el cantón limita con la provincia del Guayas en la parte occidental, llegando prácticamente a nivel del mar en las parroquias de San Antonio, General Morales, Ventura y Chontamarca (Guzmán & Maldonado, 2012).

3.3. Puntos de Monitoreo

Para la determinación de los puntos de monitoreo se trazó cuadrículas de 458,63m de largo por 383,08m de ancho en el mapa político del cantón Cañar, por lo tanto el criterio utilizado fue el de delimitación geográfica del área objeto que de acuerdo a la magnitud que presentó el mapa de Cañar se le dividió en 30 cuadrículas con los valores antes mencionados y se efectuó el monitoreo en el punto medio de cada cuadrícula.

3.4. Metodología de medición

Para obtener los niveles de presión sonora en el cantón Cañar se estableció un periodo de monitoreo de una hora para cada punto de estudio. Este tiempo se atribuye a experiencias de diferentes estudios en donde se demuestra que para determinar un nivel de presión sonora equivalente es necesario un tiempo de monitoreo de 15 minutos, por lo tanto para reducir el error y aumentar la exactitud de los datos se aumentó el tiempo llegando a una hora (Vázquez, Astudillo, & Espinoza, 2011). El análisis se realizó en horas consideradas pico en horario de 07:00h a 08:00h, 13:00h a 14:00h, 20:00h a 21:00h; es decir, se monitoreó una localidad por día. Las mediciones se llevaron a cabo a partir del 06/08/2016 al 11/09/2016. Además de la determinación de los niveles de presión sonora también se georeferencio cada punto monitoreado, datos que fueron necesarios para la elaboración del mapa acústico del cantón.

Simultáneamente en el monitoreo se efectuó una caracterización de los puntos de estudio, considerando variables como el número de vehículos que transitaron por el lugar a la hora de medición, dividiéndolos en tres categorías: vehículos pesados, vehículos livianos y motos, y a su vez se contabilizó el número de bicicletas y peatones que transcurrían por el lugar. Se analizaron también las eventualidades



ocurridas y las condiciones meteorológicas como la precipitación y la velocidad del viento, se consideraron dichas variables ya que podrían influir en la forma de propagación de la onda sonora.

3.5. Equipos empleados

Para poder efectuar el monitoreo y determinar los niveles de presión sonora en el cantón Cañar se utilizó el sonómetro marca PCE-322A clase 2. Ajustado en ponderación con escala A y respuesta lenta. El micrófono del instrumento se ubicó a una altura de 1,6m del suelo y a una distancia de por lo menos tres metros a estructuras que puedan reflejar el sonido, para la manipulación del sonómetro se utilizó un trípode para cámaras marca LOOK, el rango de medición del equipo es de 20 a 140 dB, antes de la utilización del sonómetro se calibro el mismo para eliminar el error; sin embargo, la precisión aproximada del sonómetro es de $\pm 3\text{dB}$.

Para la obtención de las coordenadas geográficas se utilizó un GPS marca Garmin, que permite obtener las coordenadas en grados, minutos y segundos; así como, las coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator) en metros.

3.6. Herramientas informáticas

Al finalizar el monitoreo en las 30 localidades, se procedió a procesar la información obtenida empleando primeramente el programa Excel, donde se generó una tabla con todas las variables como: fecha y hora del monitoreo, el nivel de presión sonora obtenido y la unidad del mismo, véase Anexo 1. Al no ser un sonómetro integrador se procedió luego a determinar los niveles de presión sonora equivalente (L_{Keq}) con la fórmula estipulada en el registro oficial misma que se expresa a continuación: (Ministerio del Ambiente Acuerdo Ministerial 97-A, 2015).

$$L_{Keq} = 10 \log \frac{1}{T} \left[\sum_i^n 10^{(NPSI/10)} * T_i \right]$$

Además se obtuvo el Nivel Máximo de Presión Sonora (L_{max}), y el nivel de presión sonora mínimo (L_{min}). Posteriormente se exportaron dichos valores en una tabla al software al ArcGis 10.3 para la generación del mapa acústico. La herramienta Inverse Distance Weighted (IDW) fue el método de estimación que se utilizó dado que asume que la variable a interpolar tiene un comportamiento de disminución o aumento de su valor en función de la distancia desde una fuente, es decir se asigna un valor mayor a fuentes o puntos cercanos a la variable y viceversa (Vázquez, Astudillo, & Espinoza, 2011).



3.7. Normativa Nacional

Para realizar los análisis comparativos de los niveles de presión sonora registrados en el cantón Cañar se utilizó la Legislación Ambiental Secundaria (TULSMA), actualizada según el Acuerdo Ministerial 97-A, Anexo 5 de Noviembre del 2015, en donde se establecen límites máximos permisibles de ruido según el uso de suelo, cabe mencionar que según la normativa local la mayor parte del área urbana del cantón Cañar se clasifica como Residencial (R1) y Comercial (CM); la normativa nacional reportan para estas zonas niveles de presión sonora de 55dB(A) y 60dB(A) respectivamente.

A continuación se presenta la tabla 4, estipulada en el acuerdo ministerial 97-A para niveles máximos de ruido para fuentes fijas.

Tabla 4. Niveles máximos de emisión de ruido para Fuentes Fijas de Ruido

NIVELES MÁXIMOS DE EMISIÓN DE RUIDO PARA FFR		
Uso de suelo	L _{Keq} (dB)	
	Periodo Diurno	Periodo Nocturno
	07:01 hasta 21:00 horas	21:01 hasta 07:00 horas
Residencial (R1)	55	45
Equipamiento de Servicios Sociales (EQ1)	55	45
Equipamiento de Servicios Públicos (EQ2)	60	50
Comercial (CM)	60	50
Agrícola Residencial (AR)	65	45
Industrial (ID1/ID2)	65	55
Industrial (ID3/ID4)	70	65
Uso Múltiple	Cuando existan usos de suelo múltiple o combinados se utilizara el L _{Keq} más bajo de cualquiera de los usos de suelo que correspondan la combinación. Ejemplo: Uso de suelo: Residencial + ID2 L _{Keq} para este caso = Diurno 55dB y Nocturno 45dB.	
Protección Ecológica (PE) Recursos Naturales (RN)	La determinación del L _{Keq} para estos casos se lo llevará a cabo de acuerdo al procedimiento descrito en el Anexo 4.	

Fuente: MAE, 2015



3.8. Estudio de correlación entre los niveles de presión sonora y el número de vehículos.

Para evaluar la relación entre el nivel de presión sonora y el número de vehículos que transitan por el sitio de monitoreo se utilizó el coeficiente de correlación R de Pearson, método que nos permite determinar la relación de las dos variables antes mencionadas.

Según Saquisilí (2015) indica que los valores de R que se puede obtener, se presentan en 5 escenarios distintos citados a continuación:

- $R \equiv 0$. Poca o ninguna relación entre las variables
- $R > 0$. Existe una relación directa entre las variables
- $R < 0$. Existe una relación inversa entre las variables
- $R = 1$. Relación positiva perfecta entre las variables
- $R = -1$. Relación negativa perfecta entre las variables.

3.9. Clasificación de los niveles de presión sonora según la Organization for Economic Cooperation and Development

Para los criterios de aceptabilidad de los niveles de presión sonora obtenidos durante el monitoreo, se tomó como referencia la tabla 2, de acuerdo a las recomendaciones proporcionadas por la Organization for Economic Cooperation and Development (OECD).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Condiciones Meteorológicas

La tabla 5, presenta un resumen de las condiciones meteorológicas registradas durante el período de monitoreo, estos datos fueron proporcionados por del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, estación Cañar.

Tabla 5. Condiciones meteorológicas promedio registradas durante el monitoreo, correspondientes a los meses de Agosto y Septiembre de 2016.

Velocidad del viento	Humedad	Temperatura
4.25 m/s	72%	11.6 °C

Fuente. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2016

El monitoreo de los niveles de presión sonora efectuados en los meses de Agosto y Septiembre del 2016, se caracterizó por la presencia de brisas débiles según la escala de Beaufort. (Tabla 1), presentando una velocidad promedio de 4,25m/s en la cabecera urbana del cantón Cañar, además la humedad promedio fue de 72% y la temperatura promedio registrada en estos meses fue de 11,6 °C.

4.2. Análisis del ruido en los diferentes puntos de monitoreo del cantón Cañar. Período Agosto – Septiembre 2016. Horario 07:00h a 08:00h

4.2.1. Comparación de los niveles de presión sonora con la normativa Nacional Período Agosto – Septiembre de 2016. Horario 07:00h a 08:00h.

La Tabla 6, representa los niveles de presión sonora (L_{Keq}) en comparación con la normativa en los diferentes puntos de monitoreo del cantón Cañar.

En la tabla 6, se puede observar que el monitoreo se realizó en 30 localidades de la cabecera urbana del cantón Cañar en horarios de 07:00h a 08:00h de la mañana, durante el Período Agosto – Septiembre de 2016. También se establece que de los 30 puntos de monitoreo, trece corresponden al área comercial y equivale al 43,3% y 17 puntos corresponden al área de vivienda o residencial, equivalente al 56,7% de la totalidad de puntos monitoreados.

Al comparar con los límites máximos permisibles según el uso de suelo del cantón Cañar, se evidencia que 29 de los 30 puntos analizados no cumplen con la normativa nacional, y corresponde al 97% de la totalidad de las localidades monitoreadas.

Cabe mencionar que en todos los puntos de monitoreo no existieron fuentes fijas de emisión de ruido ni eventualidades relevantes que puedan alterar al ruido total registrado, por lo que los niveles de presión sonora se pueden relacionar de una



manera directa con el tráfico vehicular y las condiciones meteorológicas existentes en cada sitio analizado.

Tabla 6. Niveles de ruido y comparación con la normativa en los diferentes puntos de monitoreo del cantón Cañar. Período Agosto – Septiembre de 2016. Horario 07:00h a 08:00h.

Nº	Ubicación del Punto	LK _{eq} (dB)	Ordenanza Municipal Uso de Suelo	Legislación Ambiental Límite Máximo (dB)
1	Panamericana y Carrera Cuenca	74,4	COMERCIO	60
2	Av. San Antonio y Av. Colón	66,8	COMERCIO	60
3	Calle Carlos Moncayo	63,2	VIVIENDA	55
4	Panamericana y Jaime Roldós	75,7	COMERCIO	60
5	Calle Jaime Roldós y 4 de Noviembre	61,6	VIVIENDA	55
6	Av. Colón y Januario Palacios	69,7	COMERCIO	60
7	Ciudadela Unidos Venceremos	61,9	VIVIENDA	55
8	Calle Carrera Cuenca y Santa Rosa	64,6	VIVIENDA	55
9	Entrada a la colina San Antonio	67,5	COMERCIO	60
10	Calle Tarquí y Chimborazo	61,7	VIVIENDA Y GESTIÓN Y ADMINISTRACIÓN	55
11	Calle 10 de Agosto y Av. Ingapirca	62,3	COMERCIO	60
12	Calle 3 de Noviembre y Bolívar	67,8	VIVIENDA Y GESTIÓN Y ADMINISTRACIÓN	55
13	Calle Miguel Ángel Andrade	66,5	VIVIENDA Y GESTIÓN Y ADMINISTRACIÓN	55
14	Calle 3 de Noviembre y Arturo Ordoñez	58,8	VIVIENDA	55
15	Av. 24 de Mayo y 10 de Agosto	67,7	COMERCIO	60
16	Calle Justiniano Crespo y Sin Nombre	61,2	VIVIENDA	55
17	Vía a Honorato Vásquez	59,46	VIVIENDA	55
18	Calle Héroes de Verdeloma	58,2	VIVIENDA	55
19	Calle Javiera Nieto y Guayaquil	60,4	VIVIENDA Y GESTIÓN Y ADMINISTRACIÓN	55
20	Av. Colón y 28 de Mayo	63,2	VIVIENDA Y GESTIÓN Y ADMINISTRACIÓN	55
21	Calle Luis F. Martínez	56,9	VIVIENDA	55
22	Calle Gonzalo Martínez	52,9	VIVIENDA	55
23	Ciudadela Ángel María Iglesias	62,5	COMERCIO	60
24	Sector Quilloac	62,6	COMERCIO	60
25	Avenida 24 de Mayo y Panamericana	69,7	COMERCIO	60
26	Av. Paseo de los Cañarís	69,6	COMERCIO	60
27	Sector Parque de Guantug	66,5	COMERCIO	60
28	Universidad Católica	61,6	VIVIENDA	55



29	Sector Nar	73,3	COMERCIO	60
30	Sector el Estadio	61,84	VIVIENDA	55

Fuente: Autor

4.2.2. Niveles de presión sonora registrados en la cabecera urbana del cantón Cañar.

A continuación la figura 5, representa el nivel de presión sonora (eje y) para los puntos monitoreados (eje x) correspondientes al tipo de suelo del área residencial. Se evidencia que el nivel más alto de presión sonora se registra en el punto 12 (calle 3 de Noviembre y Bolívar) con un valor 67,8 dB(A) y el menor con un nivel de 52,9 dB(A) que corresponde al punto 22, calle Gonzalo Martínez.

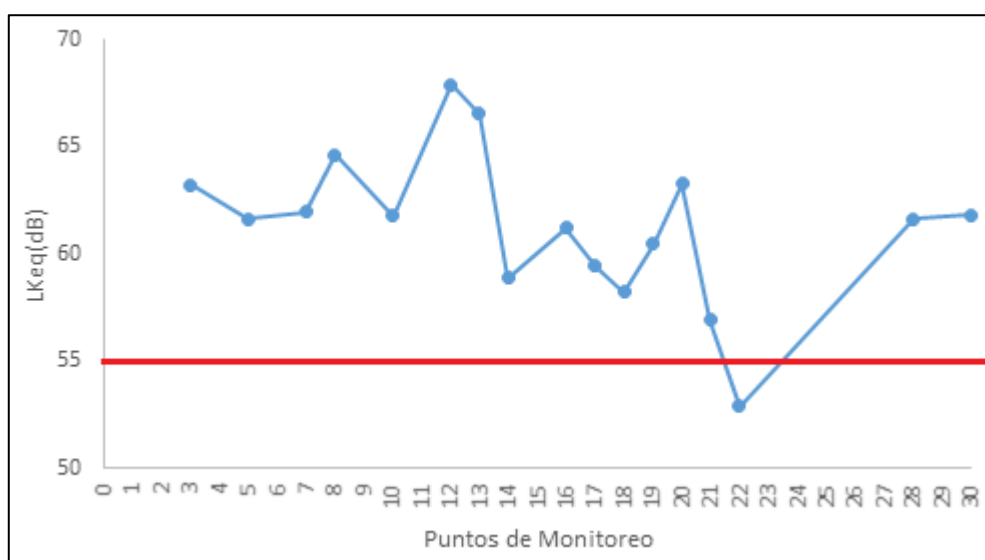


Figura 5. Valores de LKeq obtenidos en los puntos de monitoreo del cantón Cañar. Niveles máximos de ruido Área Residencial. Período Agosto – Septiembre de 2016. Horario 07:00h a 08:00h.

A continuación la figura 6, representa el nivel de presión sonora (eje y) para los puntos monitoreados (eje x) pertenecientes al tipo de suelo del área comercial. El nivel de presión sonora más elevado tiene lugar en el punto 4 (Panamericana y Jaime Roldós), con un valor de 75,7dB y el punto 11 (calle 10 de Agosto y Av. Ingapirca) presenta el menor nivel de presión sonora con un valor de 62,3dB.

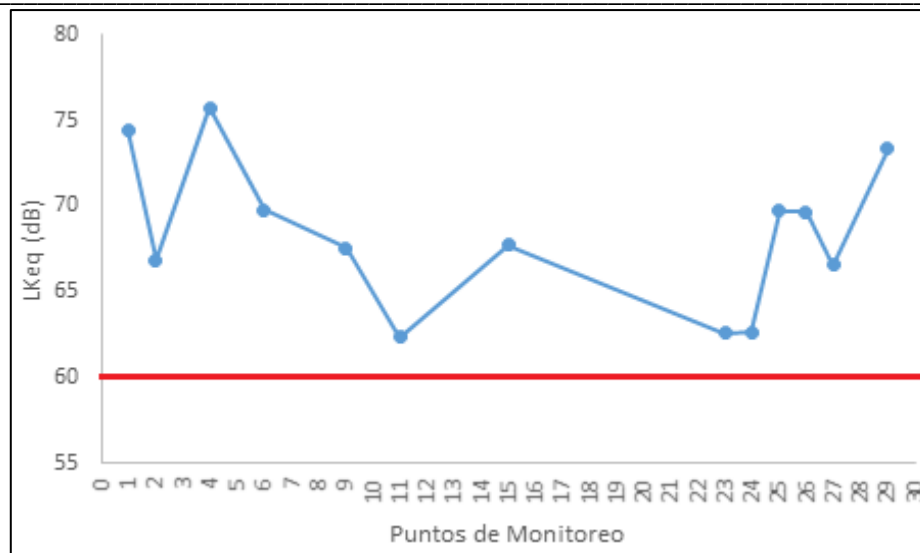


Figura 6. Valores de LK_{eq} obtenidos en los puntos de monitoreo del cantón Cañar. Niveles máximos de ruido Área Comercial. Período Agosto – Septiembre de 2016. Horario 07:00h a 08:00h.

Los sitios monitoreados que presentan niveles de presión sonora elevados son los que corresponden a los puntos 1, 4 y 29, y se encuentran en la Panamericana o cercana a la misma y superan los 70,0dB, en la figura 5, se observa que 16 de los 17 puntos pertenecientes al tipo de suelo residencial superan los 55,0dB, valor máximo permisible para este tipo de suelo, y los 13 puntos correspondientes al área comercial superan el límite permisible de 60,0 decibeles. (Figura 6).

Los sectores pertenecientes a la zona centro del cantón Cañar presentaron niveles de presión sonora que oscilan entre los 58,8dB y 67,8dB, de estas localidades la que presenta el nivel de ruido más elevado fue el punto 12 correspondiente a la calle 3 de Noviembre y Bolívar, cabe mencionar que el día que se realizó la medición en esta zona fue un día domingo donde se registraron varias eventualidades producto de la feria de productos agrícolas característico de este sector.

Al realizar el análisis comparativo de los niveles de presión sonora obtenidos en la cabecera urbana del cantón Cañar, con los valores registrados en la ciudad de Azogues ubicada en la misma provincia, se puede determinar que en ambas ciudades los niveles de ruido sobrepasan en más del 60% de los puntos evaluados el límite permisible estipulado en la normativa nacional (Saquisilí, 2015).

4.2.3. Número de vehículos contabilizados en el cantón Cañar en los meses de Agosto – Septiembre de 2016.

A continuación se muestra la tabla 7, donde se representa el número total de vehículos contabilizados por cada sitio de monitoreo en los tres horarios.

Tabla 7. Número de vehículos registrados en los diferentes puntos de monitoreo.



Fecha	Dirección	Número total de vehículos		
		07:00h a 08:00h	13:00h a 14:00h	20:00h a 21:00h
06/8/2016	Panamericana y Carrera Cuenca	386	466	302
07/8/2016	Av. San Antonio y Av. Colón	151	280	232
08/8/2016	Calle Carlos Moncayo	10	15	21
09/8/2016	Panamericana y Jaime Roldós	453	521	346
10/8/2016	Calle Jaime Roldós y 4 de Noviembre	27	41	33
15/8/2016	Av. Colón y Januario Palacios	232	284	178
16/8/2016	Ciudadela Unidos Venceremos	18	18	18
17/8/2016	Calle Carrera Cuenca y Santa Rosa	40	72	25
18/8/2016	Entrada a la colina San Antonio	57	90	63
19/8/2016	Calle Tarquí y Chimborazo	45	105	93
20/8/2016	Calle 10 de Agosto y Av. Ingapirca	99	101	142
21/8/2016	Calle 3 de Noviembre y Bolívar	117	295	86
22/8/2016	Calle Miguel Ángel Andrade	28	100	58
23/8/2016	Calle 3 de Noviembre y Arturo Ordoñez	59	62	39
24/8/2016	Av. 24 y 10 de Agosto	243	371	272
25/8/2016	Calle Justiniano Crespo y S.N	42	57	20
26/8/2016	Vía a Honorato Vásquez	64	84	37
27/8/2016	Calle Héroes de Verdeloma	18	14	5
28/8/2016	Calle Guayaquil y Javiera Nieto	104	304	204
29/8/2016	Calle 28 de Mayo y Colón	66	114	97
30/8/2016	Calle Luis F. Martínez	31	34	51
31/8/2016	Gonzalo Martínez	11	19	15
01/9/2016	Ciudadela Ángel María Iglesias	21	37	16
02/9/2016	Sector Quilloac	97	58	35
04/9/2016	Av. 24 de Mayo y Panamericana	180	314	310
05/9/2016	Av. Paseo de los Cañaris	354	233	154
07/9/2016	Sector parque de Guantug	223	97	50
08/9/2016	Universidad Católica	47	24	15
09/9/2016	Sector Nar	518	416	353
11/9/2016	Sector el Estadio	55	49	34

Fuente: Autor

En la tabla 7, se observa que existe mayor tráfico vehicular en el punto 4 correspondiente la panamericana y sectores aledaños a esta vía, con un promedio de 381 vehículos por hora, cabe indicar que la vía en mención es una arteria que enlaza las ciudades del sur del país (Loja, Cuenca y Azogues) con el centro y norte del Ecuador, es importante destacar que indistintamente a la hora que se contabilice los vehículos siempre existen en gran cantidad en esta vía. En todos los demás lugares monitoreados existe poca afluencia vehicular excepto los días domingos, el promedio de vehículos registrados en los 30 puntos de monitoreo es de 126, 155 y 110 en horarios de 07:00h a 08:00h, 13:00h a 14:00h y 20:00h a 21:00h respectivamente. También se observa que en horarios de 07:00h a 08:00h en 11 de los 30 puntos evaluados existe tráfico inferior a los 45 vehículos por hora de monitoreo, 8 puntos en horarios de 13:00h a 14:00h presentan tráfico vehicular menor a los 45 vehículos y por último en horario de 20:00h a 21:00h existen 13 puntos con tráfico inferior a los 45 vehículos.

4.2.4. Análisis de correlación entre el número de vehículos y los niveles de presión sonora. Período Agosto – Septiembre de 2016. Horario de 07:00h a 08:00h.

La figura 7, muestra la relación que existe entre los niveles de presión sonora registrados en los diferentes puntos de monitoreo (eje Y) y el total de vehículos que circularon en cada uno de ellos en la hora de medición (eje x).

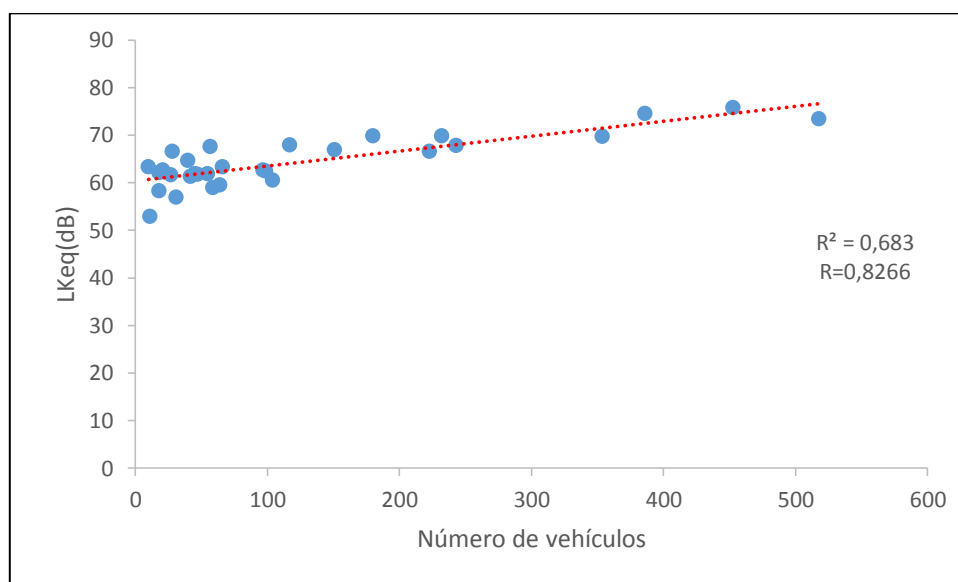


Figura 7. Correlación entre el nivel de presión sonora y el número de vehículos registrados. Período Agosto – Septiembre de 2016. Horario de 07:00h a 08:00h.

Fuente: Autor

La correlación que existe entre el número total de vehículos y los niveles de presión sonora es igual a 0,8266; lo que indica que el flujo vehicular de los puntos de

monitoreo tiene una relación positiva y directa con los niveles de presión sonora registrados.

Es importante señalar y comparar estos resultados con los de otras ciudades del país, como es el caso de la ciudad de Cuenca donde se ha registrado un flujo vehicular promedio que supera los mil vehículos en las avenidas más transitadas y los niveles de presión sonora sobrepasan los 60,0dB (Vázquez, Astudillo, & Espinoza, 2011), entonces si se realiza una comparación con el número de vehículos promedio del cantón Cañar que es de 130 vehículos por hora de monitoreo, notamos que el número de vehículos en Cuenca son aproximadamente 8 veces más que el número de vehículos en el cantón Cañar y sin embargo los niveles de presión sonora son similares lo que indica que existen otras variables que pudieran estar interviniendo en la generación del ruido como puede ser las condiciones meteorológicas y más específicamente el viento.

4.2.5. Análisis de correlación entre la velocidad del viento y los niveles de presión sonora. Período Agosto – Septiembre de 2016. Horario de 07:00h a 08:00h.

La figura 8, muestra la relación que existe entre los niveles de presión sonora registrados en los diferentes puntos de monitoreo (eje Y) y las velocidades del viento del cantón (eje x).

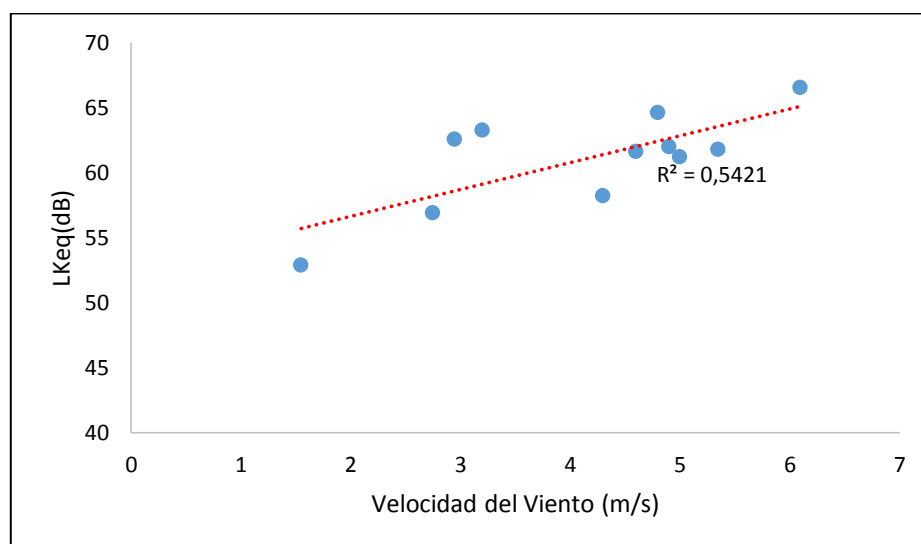


Figura 8. Correlación entre el nivel de presión sonora y la velocidad del viento.
Período Agosto – Septiembre de 2016. Horario de 07:00h a 08:00h.

Fuente: Autor

El coeficiente de correlación de Pearson entre la velocidad del viento y los niveles de presión sonora es igual a 0,298; lo que indica que el flujo vehicular de los puntos de

monitoreo tiene una relación positiva y directa con los niveles de presión sonora registrados.

Al obtener un grado de correlación baja entre la velocidad de viento y los niveles de presión sonora, fue necesario realizar un segundo análisis de correlación únicamente con 11 puntos del cantón, que presentan un tráfico vehicular inferior a los 45 vehículos por hora de monitoreo, de esta manera eliminamos una fuente emisora de ruido como es el tráfico vehicular y el resultado fue el esperado, ya que, el valor de correlación se incrementó considerablemente a 0,736 por lo que se determina que las velocidades del viento si influyen considerablemente en los niveles de presión sonora obtenidos.

4.2.6. Mapa Acústico del cantón Cañar. Período Agosto – Septiembre de 2016. Horario de 07:00h a 08:00h.

La figura 9, presenta el mapa acústico del cantón Cañar perteneciente a los meses de agosto y septiembre del 2016 en horarios de 07:00h a 08:00h.

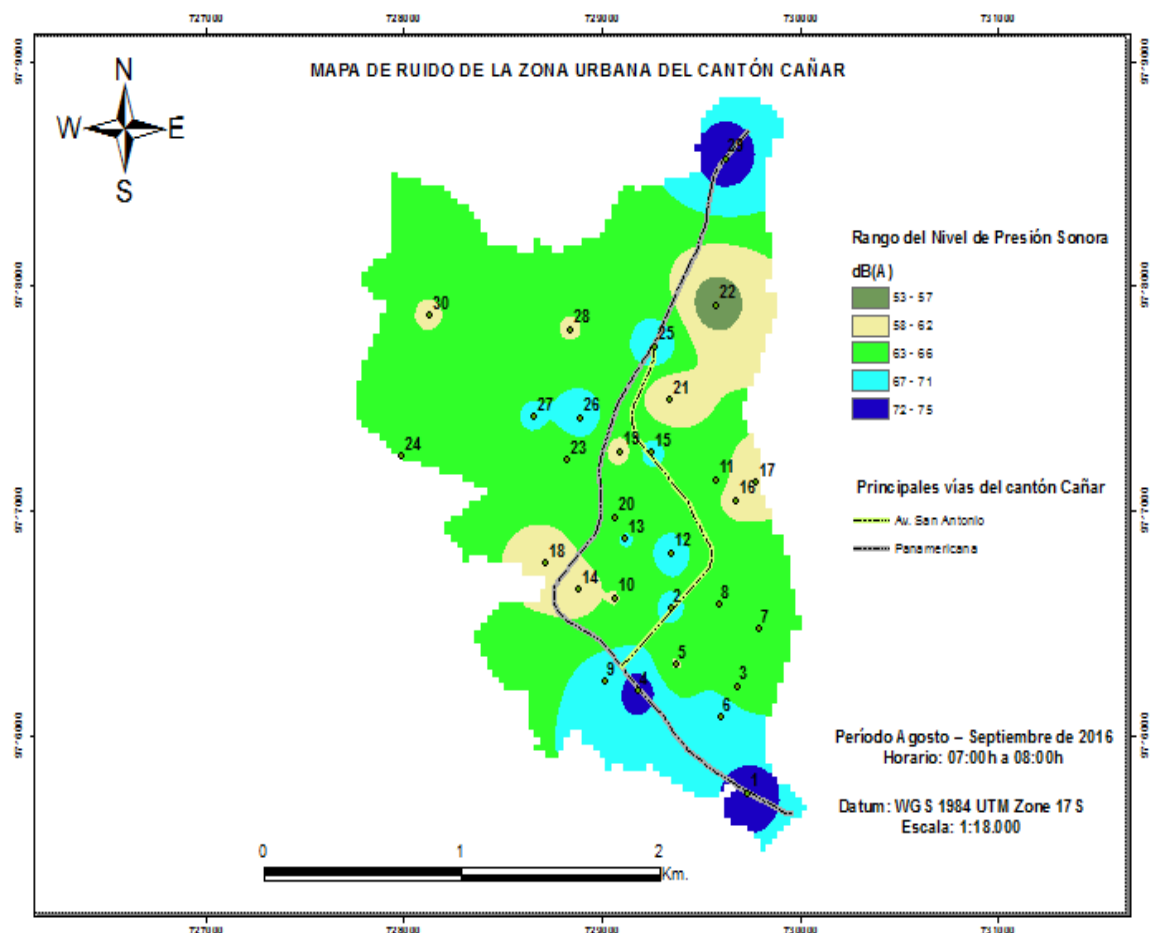


Figura 9. Mapa Acústico del cantón Cañar.
Período Agosto – Septiembre de 2016.
Horario de 07:00h a 08:00h.

Fuente: Departamento de Control y Territorio del municipio del cantón Cañar.



Luego de observar gráficamente como se distribuyen los niveles de presión sonora en Cañar se evidencia que la mayor parte del cantón se encuentra expuesto a niveles de presión sonora entre los 63,0 y 66,0dB, ubicándose principalmente en el centro y al Noroeste de la cabecera urbana, existe también 3 puntos cuyos niveles de presión sonora oscilan entre 72,0dB a 75,0dB los cuales se encuentran distribuidos en la Panamericana que es la vía más transitada, desde la terminal terrestre hacia el sur del cantón los niveles de presión sonora varían entre los 67,0dB a 71,0dB; y tan solo un punto tiene valores inferiores a los 55,0dB situado al Noreste de Cañar en la calle Gonzalo Martínez.

4.3. Análisis del ruido en los diferentes puntos de monitoreo del cantón Cañar. Período Agosto – Septiembre 2016. Horario 13:00h a 14:00h

Es importante señalar que factores como, las condiciones meteorológicas y el tráfico vehicular que se registraron en horarios de 07:00h a 08:00h, no presenta mayores diferencias con los análisis realizados en horarios de 13:00h a 14:00h, por lo que los resultados presentan una misma tendencia.

4.3.1. Comparación de los niveles de presión sonora con la normativa nacional.

La tabla 8, representa los niveles de presión sonora (L_{Keq}) en comparación con la normativa en los diferentes puntos de monitoreo del cantón Cañar.

Al comparar con la Normativa Nacional y local, los niveles de presión sonora registrados en la tabla 8, se determina que 26 de los 30 puntos monitoreados en los meses de agosto y septiembre del 2016 en horarios de 13:00h a 14:00h sobrepasan los límites permisibles de ruido diurno, y corresponde al 86,6% de la totalidad.

Tabla 8. Niveles de ruido y comparación con la Normativa en los diferentes puntos de monitoreo del cantón Cañar. Período Agosto – Septiembre de 2016. Horario 13:00h a 14:00h.



Nº	Ubicación del Punto	LK _{eq} (dB)	Ordenanza Municipal Uso de Suelo	Legislación Ambiental Límite Máximo(dB)
1	Panamericana y Carrera Cuenca	71,0	COMERCIO	60
2	Av. San Antonio y Av. Colón	69,1	COMERCIO	60
3	Calle Carlos Moncayo	62,1	VIVIENDA	55
4	Panamericana y Jaime Roldós	73,9	COMERCIO	60
5	Calle Jaime Roldós y 4 de Noviembre	61,5	VIVIENDA	55
6	Av. Colón y Januario Palacios	74,1	COMERCIO	60
7	Cdla. Unidos Venceremos	68,7	VIVIENDA	55
8	Calle Carrera Cuenca y Santa Rosa	62,3	VIVIENDA	55
9	Entrada a la Colina de San Antonio	66,5	COMERCIO	60
10	Calle Tarquí y Chimborazo	65,7	VIVIENDA Y GESTIÓN Y ADMINISTRACIÓN	55
11	Calle 10 de Agosto y Av. Ingapirca	60,7	COMERCIO	60
12	Calle 3 de Noviembre y Bolívar	68,8	VIVIENDA Y GESTIÓN Y ADMINISTRACIÓN	55
13	Calle Miguel Ángel Andrade	66,5	VIVIENDA Y GESTIÓN Y ADMINISTRACIÓN	55
14	Calle 3 de Noviembre y Arturo Ordoñez	58,1	VIVIENDA	55
15	Av. 24 de Mayo y 10 de Agosto	71,1	COMERCIO	60
16	Calle Justiniano Crespo y Sin Nombre	62,0	VIVIENDA	55
17	Vía a Honorato Vásquez	60,1	VIVIENDA	55
18	Calle Héroes de Verdeloma	54,5	VIVIENDA	55
19	Calle Javiera Nieto y Guayaquil	62,0	VIVIENDA Y GESTIÓN Y ADMINISTRACIÓN	55
20	Av. Colón y 28 de Mayo	64,9	VIVIENDA Y GESTIÓN Y ADMINISTRACIÓN	55
21	Calle Luis F. Martínez	55,0	VIVIENDA	55
22	Calle Gonzalo Martínez	51,2	VIVIENDA	55
23	Ciudadela Ángel María Iglesias	56,1	COMERCIO	60
24	Quilloac	61,3	COMERCIO	60
25	Avenida 24 de Mayo y Panamericana	82,0	COMERCIO	60
26	Av. Paseo de los Cañarís	67,5	COMERCIO	60
27	Sector Parque de Guantug	62,7	COMERCIO	60
28	Universidad Católica	63,6	VIVIENDA	55
29	Sector Nar	72,4	COMERCIO	60
30	Sector el Estadio	60,5	VIVIENDA	55

Fuente: Autor

4.3.2. Niveles de presión sonora registrados en la cabecera urbana del cantón Cañar.

La figura 10, representa el nivel de presión sonora (eje y) para los puntos monitoreados (eje x) correspondientes al tipo de suelo de área residencial. Se observa que el nivel de presión sonora más elevado corresponde al punto 12 (calle 3 de Noviembre y Bolívar) con un valor de 68,8 dB y el menor valor se registra en el punto 22 (calle Gonzalo Martínez) con un valor de 51,23 dB.

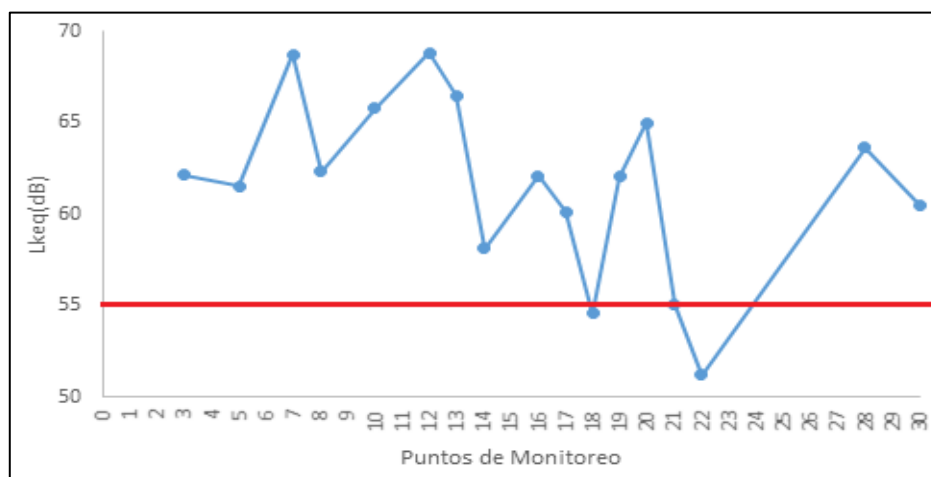


Figura 10. Valores de LK_{eq} obtenidos en los puntos de monitoreo del cantón Cañar. Niveles máximos de ruido. Área Residencial. Período Agosto – Septiembre de 2016. Horario 13:00h a 14:00h.

Fuente: Autor

A continuación la figura 11, representa el nivel de presión sonora (eje y) para los puntos monitoreados (eje x) pertenecientes al tipo de suelo del área comercial. El nivel de presión sonora más elevado tiene lugar en el punto 25 (Av. 24 de Mayo y Panamericana), con un valor de 82,0 dB y el punto 23 (ciudadela Ángel María Iglesias) presenta el menor nivel de presión sonora con un valor de 56,1 dB.

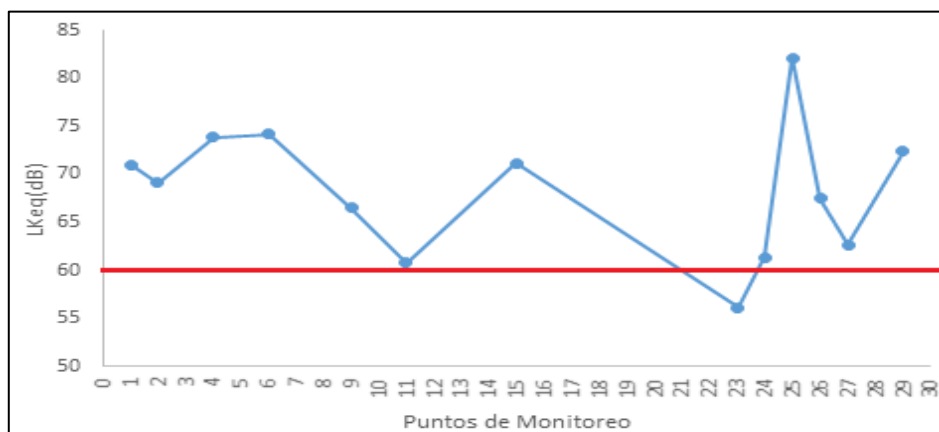


Figura 11. Valores de LK_{eq} obtenidos en los puntos de monitoreo del cantón Cañar. Niveles máximos de ruido. Área Comercial. Período Agosto – Septiembre de 2016. Horario 13:00h a 14:00h.

Fuente: Autor

Al igual que en el monitoreo de 07:00h a 08:00h, los puntos evaluados que presentan los niveles de presión sonora elevados son los que se encuentran en la Panamericana o próximos a la misma y superan los 70,0dB, también se observa que 14 de los 17 puntos perteneciente al tipo de suelo de área residencial superan los 55,0dB. (Figura 10), y 12 de los 13 puntos correspondientes al área comercial superan los 60dB, siendo el límite permisible de niveles de presión sonora para este tipo de suelo. (Figura 11). Los sectores pertenecientes a la zona centro del cantón Cañar presentaron niveles de presión sonora que oscila entre 65,0 dB y 70,0 dB, de estas localidades la que mostró el nivel de ruido más elevado corresponde al punto 12 (calle 3 de Noviembre y Bolívar).

4.3.3. Análisis de correlación entre el número de vehículos y los niveles de presión sonora.

La figura 12, muestra la correlación que existe entre el número total de vehículos y los niveles de presión sonora, registrados en los meses de agosto y septiembre del 2016 en horarios de 13:00h a 14:00h.

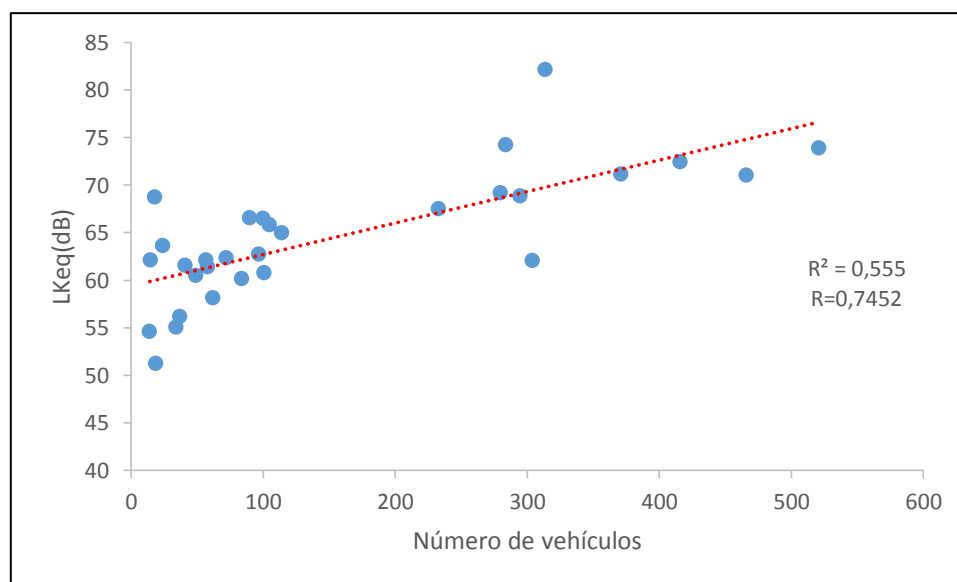


Figura 12. Correlación entre el nivel de presión sonora y el número de vehículos registrados. Período Agosto – Septiembre de 2016. Horario 13:00h a 14:00h.

Fuente: Propia

El coeficiente de correlación R de Pearson es de 0,7452; lo que indica que el flujo vehicular de los puntos de monitoreo tiene una relación positiva y directa con los niveles de presión sonora registrados; sin embargo, existen otras variables que influyen en estos niveles de ruido como el viento.

4.3.4. Análisis de correlación entre la velocidad del viento y los niveles de presión sonora.

La figura 13, muestra la relación que existe entre los niveles de presión sonora registrados en los diferentes puntos de monitoreo (eje Y) y las velocidades del viento del cantón en la hora de monitoreo (eje x).

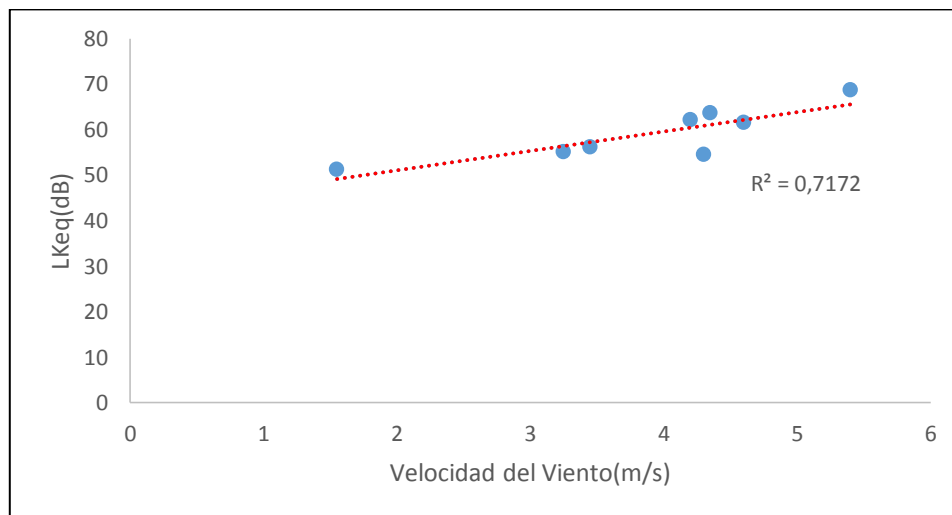


Figura 13. Correlación entre el nivel de presión sonora y la velocidad del viento.
Período Agosto – Septiembre de 2016.
Horario de 13:00h a 14:00h.

Fuente: Autor

La correlación que existe entre la velocidad del viento y los niveles de presión sonora es igual a 0,381; lo que indica que el flujo vehicular de los puntos de monitoreo tiene una relación positiva con los niveles de presión sonora registrados.

Para tener una correlación más directa entre los niveles de presión sonora y el viento se eliminó una fuente emisora de ruido como es el tráfico vehicular, y se realizó la correlación únicamente con 8 puntos que presentan un tráfico vehicular inferior a los 45 vehículos por hora de monitoreo y el valor de R obtenida fue de 0,846.

4.3.5. Mapa Acústico del cantón Cañar. Período Agosto – Septiembre de 2016. Horario 13:00h a 14:00h.

En la figura 14, se observa el mapa acústico del cantón Cañar perteneciente a los meses de agosto y septiembre del 2016 en horarios de 13:00h a 14:00h.

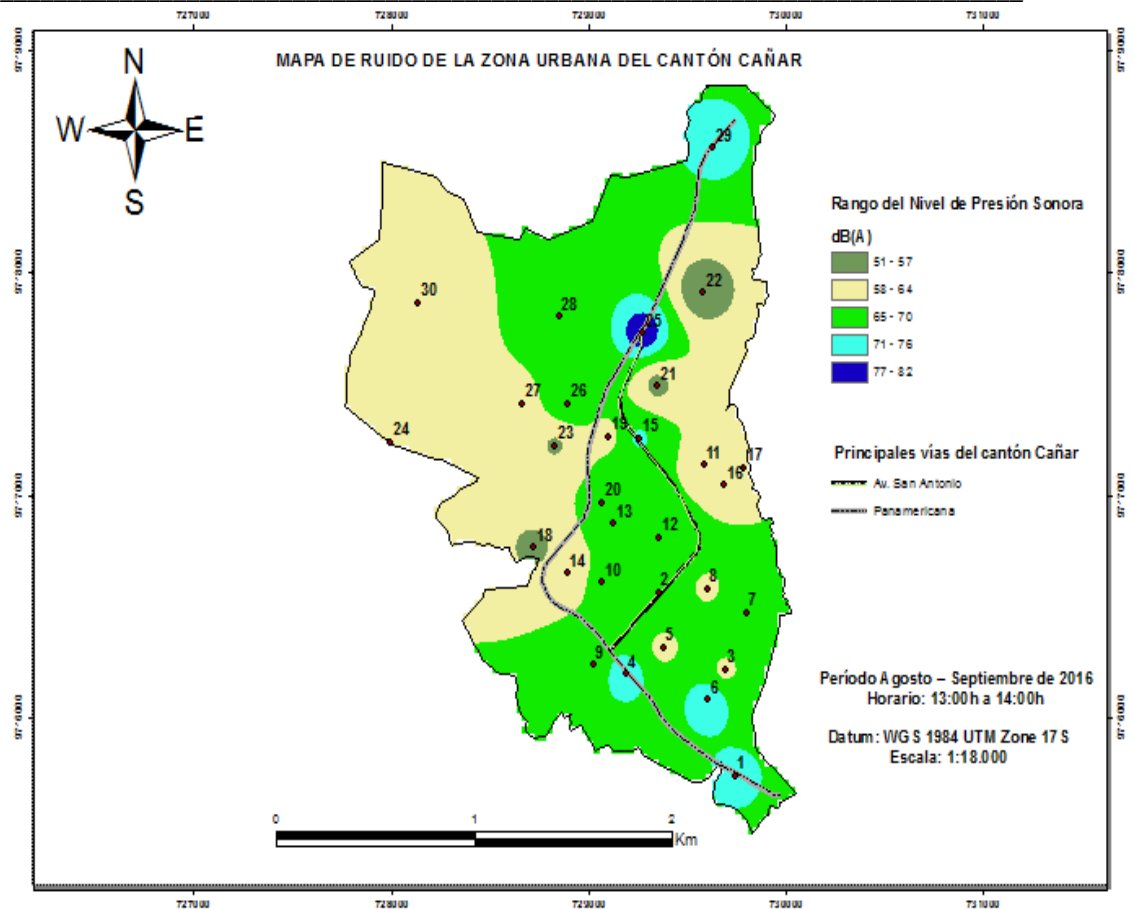


Figura 14. Mapa Acústico del cantón Cañar.

Período Agosto – Septiembre de 2016. Horario de 13:00h a 14:00h.

Fuente: Departamento de Control y Territorio del municipio del cantón Cañar.

Luego de observar el mapa acústico del cantón Cañar se evidencia que de Norte a Sur por el corredor central de la cabecera urbana los niveles de presión sonora están en un rango de 66,0dB a 70,0dB, y tanto al este como al oeste de Cañar los niveles de presión sonora se encuentran entre 58,0dB a 64,0dB.

4.4. Análisis del ruido en los diferentes puntos de monitoreo del cantón Cañar. Período Agosto – Septiembre 2016. Horario 20:00h a 21:00h.

4.4.1. Comparación de los niveles de presión sonora con la normativa nacional.

La Tabla 9, representa los niveles de presión sonora (L_{Keq}) en comparación con la normativa en los diferentes puntos de monitoreo del cantón Cañar.

Al comparar con la normativa y según el tipo de suelo que ha sido clasificado según la ordenanza municipal, se determina que 28 de los 30 puntos monitoreados en el período de agosto y septiembre del 2016 en horarios de 20:00h a 21:00h sobrepasan los límites permisibles, y corresponde al 93.3% de la totalidad.

Tabla 9. Niveles de ruido y comparación con la normativa en los diferentes puntos de monitoreo del cantón Cañar. Período Agosto – Septiembre de 2016. Horario 20:00h a 21:00h.



Nº	Ubicación del Punto	LK _{eq} (dB)	Ordenanza Municipal Uso de Suelo	Legislación Ambiental Límite Máximo(dB)
1	Panamericana y Carrera Cuenca	68,6	COMERCIO	60
2	Av. San Antonio y Av. Colón	67,4	COMERCIO	60
3	Calle Carlos Moncayo	55,2	VIVIENDA	55
4	Panamericana y Jaime Roldós	73,6	COMERCIO	60
5	Calle Jaime Roldós y 4 de Noviembre	65,0	VIVIENDA	55
6	Av. Colón y Januario Palacios	65,2	COMERCIO	60
7	Ciudadela Unidos Venceremos	57,1	VIVIENDA	55
8	Calle Carrera Cuenca y Santa Rosa	60,3	VIVIENDA	55
9	Entrada a la colina de San Antonio	65,9	COMERCIO	60
10	Calle Tarquí y Chimborazo	62,7	VIVIENDA Y GESTIÓN Y ADMINISTRACIÓN	55
11	Calle 10 de Agosto y Av. Ingapirca	65,7	COMERCIO	60
12	Calle 3 de Noviembre y Bolívar	65,46	VIVIENDA Y GESTIÓN Y ADMINISTRACIÓN	55
13	Calle Miguel Ángel Andrade	67,1	VIVIENDA Y GESTIÓN Y ADMINISTRACIÓN	55
14	Calle 3 de Noviembre y Arturo Ordoñez	60,0	VIVIENDA	55
15	Av. 24 de Mayo y 10 de Agosto	66,7	COMERCIO	60
16	Calle Justiniano Crespo y Sin Nombre	57,7	VIVIENDA	55
17	Vía a Honorato Vásquez	57,9	VIVIENDA	55
18	Calle Héroes de Verdeloma	57,8	VIVIENDA	55
19	Calle Javiera Nieto y Guayaquil	63,4	VIVIENDA Y GESTIÓN Y ADMINISTRACIÓN	55
20	Av. Colón y 28 de Mayo	62,8	VIVIENDA Y GESTIÓN Y ADMINISTRACIÓN	55
21	Calle Luis F. Martínez	57,8	VIVIENDA	55
22	Calle Gonzalo Martínez	52,4	VIVIENDA	55
23	Ciudadela Ángel María Iglesias	54,15	COMERCIO	60
24	Sector Quilloac	61,1	COMERCIO	60
25	Avenida 24 de Mayo y Panamericana	65,7	COMERCIO	60
26	Av. Paseo de los Cañaris	64,9	COMERCIO	60
27	Sector Parque de Guantug	62,2	COMERCIO	60
28	Universidad Católica	59,2	VIVIENDA	55
29	Sector Nar	70,86	COMERCIO	60
30	Sector el Estadio	56,3	VIVIENDA	55

Fuente: Autor

4.4.2. Niveles de presión sonora registrados en la cabecera urbana del cantón Cañar.

La figura 15, representa el nivel de presión sonora (eje y) para los puntos monitoreados (eje x) correspondiente al tipo de suelo del área residencial. Donde se determina que el nivel más alto de presión sonora se registra en el punto 13 (calle Miguel Ángel Andrade) con un valor de 67,1 dB y el menor valor registrado es de 52,46dB y pertenece al punto 22 (calle Gonzalo Martínez).

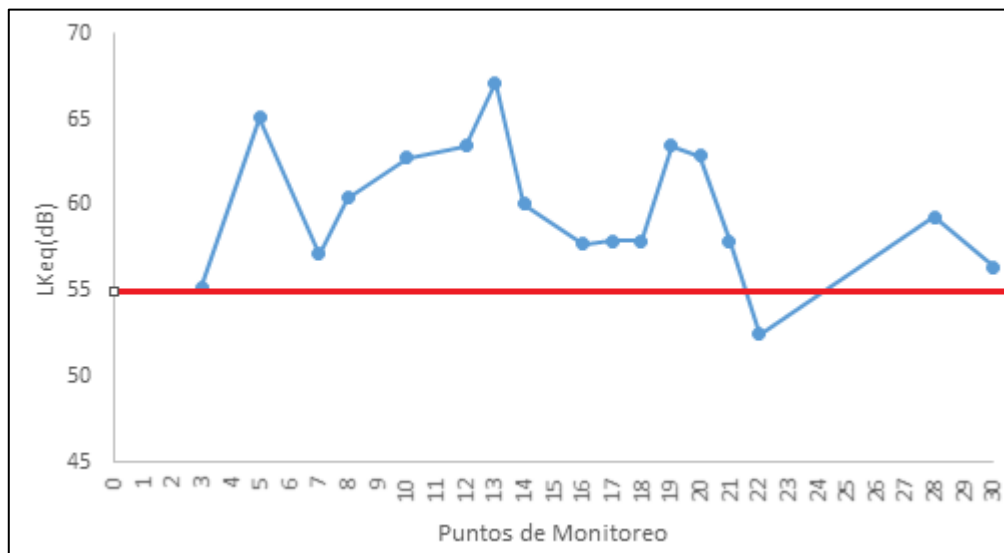


Figura 15. Valores de LKeq obtenidos en los puntos de monitoreo del cantón Cañar Niveles máximos de ruido Área Residencial. Período Agosto – Septiembre de 2016. Horario 20:00h a 21:00h.

Fuente. Autor.

A continuación la figura 16, representa el nivel de presión sonora (eje y) para los puntos monitoreados (eje x) pertenecientes al tipo de suelo del área comercial. El nivel de presión sonora más elevado tiene lugar en el punto 4 (Panamericana y Jaime Roldós), con un valor de 73,6dB y el punto 23 (ciudadela Ángel María Iglesias) presenta el menor nivel de presión sonora con un valor de 54,15dB.

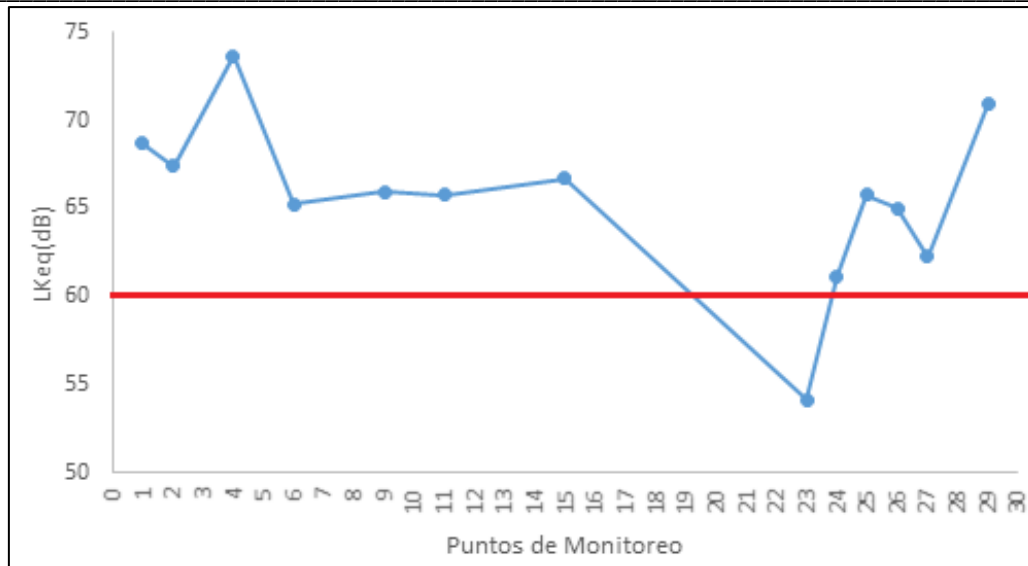


Figura 16. Valores de LKeq obtenidos en los puntos de monitoreo del cantón Cañar Niveles máximos de ruido. Área Comercial. Período Agosto – Septiembre de 2016. Horario 20:00h a 21:00h.

Elaboración Autor.

Los sitios de estudio que presentan los niveles de presión sonora elevados son los que se encuentran en la Panamericana o cercana a la misma y superan los 68,0dB, también se observa que 16 de los 17 puntos pertenecientes al tipo de suelo de área residencial superan los 55,0dB. (Figura 15), y 12 de los 13 puntos del tipo de suelo de área comercial sobrepasan los 60,0dB. (Figura 16). Los sectores pertenecientes a la zona centro del cantón Cañar presentaron niveles de presión sonora que oscilan entre 62,0dB a 65,0dB, de estas localidades la que mostró el nivel de ruido más elevado fue la calle Miguel Ángel Andrade.

4.4.3. Análisis de correlación entre el número de vehículos y los niveles de presión sonora. Período Agosto – Septiembre de 2016. Horario de 20:00 a 21:00h.

La figura 17, muestra la correlación que existe entre el número total de vehículos y los niveles de presión sonora.

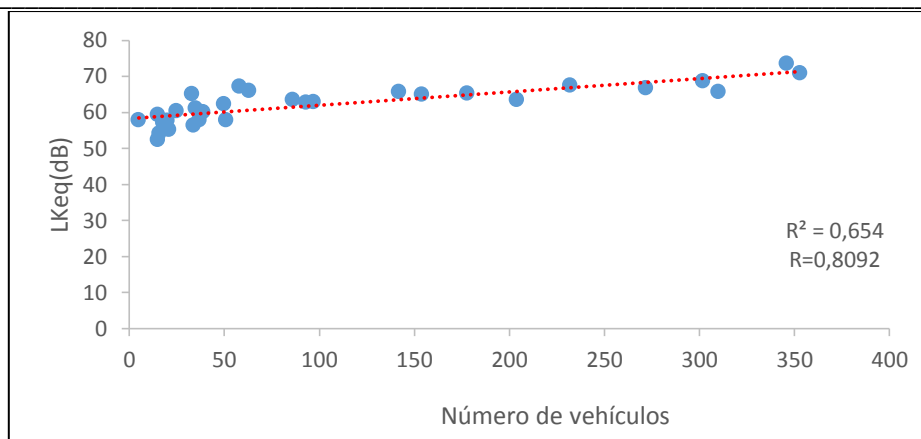


Figura 17. Correlación entre el nivel de presión sonora y el número de vehículos registrados. Período Agosto – Septiembre de 2016. Horario de 20:00h a 21:00h.

Fuente: Autor

El coeficiente de correlación R de Pearson es igual a 0,8092; lo que indica que el flujo vehicular de los puntos de monitoreo tiene una relación positiva y directa con los niveles de presión sonora registrados; sin embargo, existen otras variables que influyen en estos niveles de ruido como el viento.

4.4.4. Análisis de correlación entre la velocidad del viento y los niveles de presión sonora. Período Agosto – Septiembre de 2016. Horario de 20:00h a 21:00h.

La figura 18, muestra la relación que existe entre los niveles de presión sonora registrados en los diferentes puntos de monitoreo (eje Y) y las velocidades del viento del cantón en la hora de monitoreo (eje x).

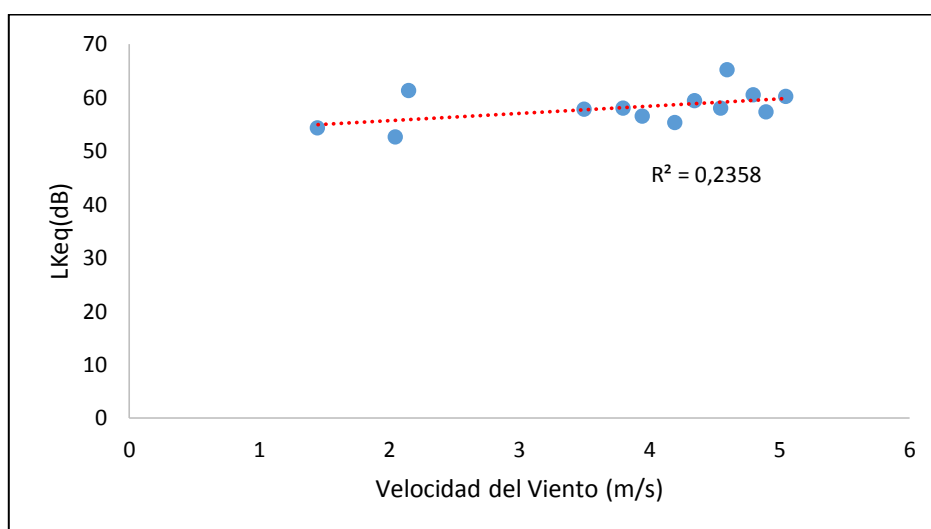


Figura 18. Correlación entre el nivel de presión sonora y la velocidad del viento. Período Agosto – Septiembre de 2016. Horario de 20:00h a 21:00h.

Fuente: Autor

La correlación que existe entre la velocidad del viento y los niveles de presión sonora es igual a 0,402; lo que indica que el flujo vehicular de los puntos de monitoreo tiene una relación positiva con los niveles de presión sonora registrados.

Al realizar el análisis de correlación en 13 puntos de monitoreo durante el horario de 20:00h a 21:00h en donde el tráfico vehicular es inferior a los 45 vehículos por hora de monitoreo, se obtuvo un coeficiente de correlación R de Pearson igual a 0,486; siendo un valor superior al obtenido anteriormente.

4.4.5. Mapa Acústico del cantón Cañar. Período Agosto – Septiembre de 2016. Horario 20:00h a 21:00h.

La figura 19, muestra el mapa acústico del cantón Cañar perteneciente a los meses de agosto y septiembre del 2016 en horarios de 20:00h a 21:00h.

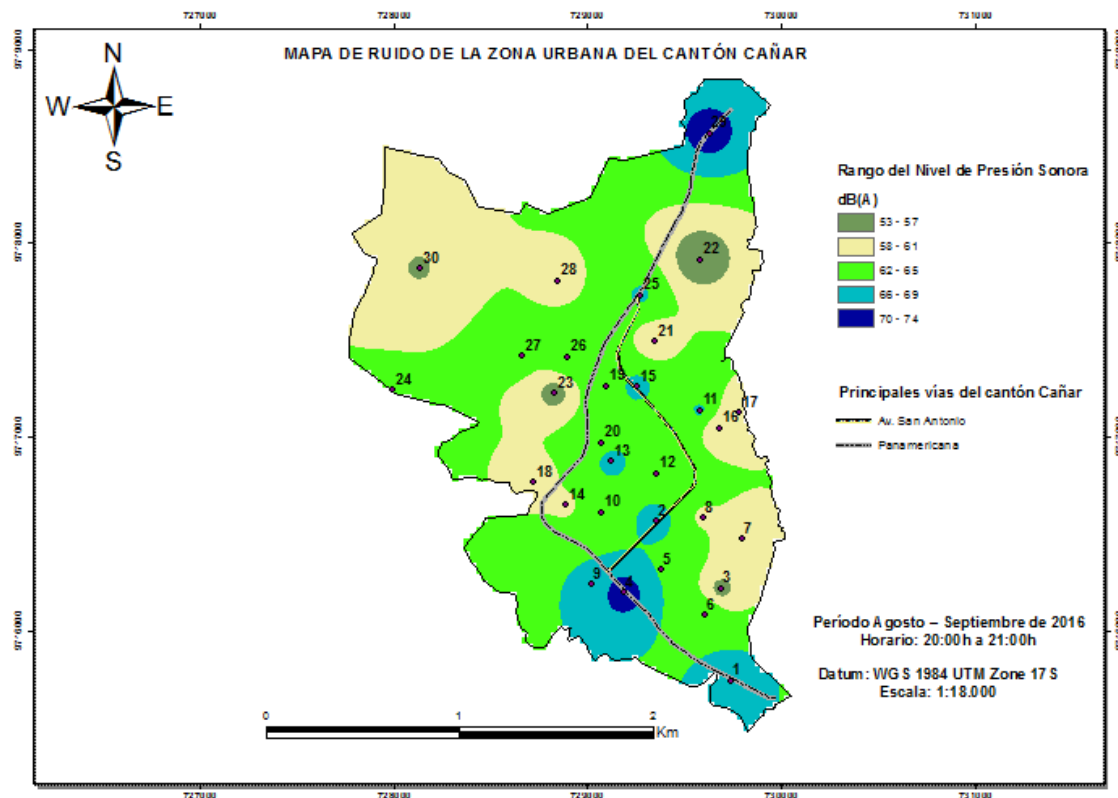


Figura 19. Mapa Acústico del cantón Cañar. Período Agosto – Septiembre de 2016.
Horario 20:00h a 21:00h.

Fuente: Departamento de Control y Territorio del municipio del cantón Cañar

Elaboración: Propia

En el mapa acústico de Cañar se observa que el centro del cantón presenta niveles de presión sonora en un rango de 62,0dB a 65,0dB, los sectores cercanos a la panamericana presentan niveles de presión sonora que varían entre 66,0dB y 69,0dB; y únicamente 5 puntos como el sector Quilloac, la calle Arturo Ordóñez, la calle Carlos Moncayo, la calle Gonzalo Martínez y vía a Honorato Vásquez presentan niveles de presión sonora inferiores a los 55,0dB.



4.5. Criterios de aceptabilidad para ruido según la norma OECD.

La tabla 10, representa los niveles de presión sonora (L_{Keq}) en comparación con la normativa OECD en los diferentes puntos de monitoreo del cantón Cañar.

Tabla 10. Análisis comparativo según la normativa OECD.
Período Agosto – Septiembre de 2016

Nº	Ubicación del Punto	L _{Keq} (dB)	Criterio (OECD)
1	Panamericana y Carrera Cuenca	72.03	Inaceptable
2	Av. San Antonio y Av. Colón	67.94	Inaceptable
3	Calle Carlos Moncayo	61.33	Aceptable
4	Panamericana y Jaime Roldós	74.51	Inaceptable
5	Calle Jaime Roldós y 4 de Noviembre	63.08	Aceptable
6	Av. Colón y Januario Palacios	71.15	Inaceptable
7	Ciudadela Unidos Venceremos	65.03	Inaceptable
8	Calle Carrera Cuenca y Santa Rosa	62.78	Aceptable
9	Entrada a la Colina de San Antonio	66.73	Inaceptable
10	Calle Tarquí y Chimborazo	63.79	Aceptable
11	Calle 10 de Agosto y Av. Ingapirca	63.48	Aceptable
12	Calle 3 de Noviembre y Bolívar	67.26	Inaceptable
13	Calle Miguel Ángel Andrade	66.73	Inaceptable
14	Calle 3 de Noviembre y Arturo Ordoñez	59.09	Aceptable
15	Av. 24 de Mayo y 10 de Agosto	68.97	Inaceptable
16	Calle Justiniano Crespo y Sin Nombre	60.71	Aceptable
17	Vía a Honorato Vásquez	59.26	Aceptable
18	Calle Héroes de Verdeloma	57.18	Aceptable
19	Calle Javiera Nieto y Guayaquil	62.16	Aceptable
20	Av. Colón y 28 de Mayo	63.81	Aceptable
21	Calle Luis F. Martínez	56.78	Aceptable
22	Calle Gonzalo Martínez	52.25	Aceptable
23	Ciudadela Ángel María Iglesias	59.17	Aceptable
24	Sector Quilloac	61.77	Aceptable
25	Avenida 24 de Mayo y Panamericana	77.66	Peligroso
26	Av. Paseo de los Cañarís	67.77	Inaceptable
27	Sector Parque de Guantug	64.30	Aceptable
28	Universidad Católica	61.88	Aceptable
29	Sector Nar	72.35	Inaceptable
30	Sector el Estadio	60.12	Aceptable



En la Normativa Ecuatoriana no existe un criterio para determinar si los niveles de presión sonora registrados en el cantón son o no peligrosos para la salud y calidad de vida de las personas, por lo que se utiliza ciertos límites de aceptabilidad de Organismos Internacionales como el OECD (Organization for Economic Cooperation and Development), para poder evaluarlos.

Luego de realizar el análisis comparativo de los niveles de presión sonora registrados en los periodos de agosto y septiembre del año 2016 con la norma internacional OECD (Organization for Economic Cooperation and Development), se evidencia que de los 30 puntos monitoreados, 1 punto sobrepasa los 75,0 dB, por lo que se considera como peligroso para el hombre y el medio ambiente correspondiendo al 3.4% de la totalidad de los puntos monitoreados. Se observa también que 11 puntos son inaceptables presentando niveles de presión sonora que oscilan entre 65,0dB a 75,0dB, correspondiendo al 36.6% y por último se encuentran los puntos considerados aceptables según la normativa siendo sus niveles de presión sonora inferiores a los 65,0 dB, sumando un total de 18 puntos y correspondiendo al 60% de la totalidad de puntos monitoreados.

Luego de haber realizado el análisis en los 3 horarios establecidos, se determinaron los niveles promedio de presión sonora equivalente siendo los siguientes; 67,58dB, 70,27dB y 65,12dB en horarios de 07:00h a 08:00h, 13:00h a 14:00h y 20:00h a 21:00h respectivamente. De esta manera se observa que al medio día se registran los mayores niveles de presión sonora y en la noche se reportan los menores valores.

Es fundamental mencionar que el día más transitado tanto por peatones como por vehículos en Cañar es el día domingo debido a que se desarrolla la feria en el cantón por lo que se genera incrementos en los niveles de presión sonora, cabe mencionar que en el mes de agosto las unidades educativas se encontraban en periodo de vacaciones por lo que el tráfico vehicular se vió disminuido y por último es importante resaltar que Cañar se encuentra asentado en terrenos con pendientes pronunciadas por los que la altitud de los diferentes lugares presentan importantes diferencias con otros y con ellos las variaciones meteorológicas como las velocidades del viento.

5. CONCLUSIONES



- Se determinaron los niveles de presión sonora registrados en la cabecera urbana del cantón Cañar; así como, se representó la distribución espacial del ruido a lo largo del cantón, mediante la elaboración de mapas acústicos.
- Los niveles de presión sonora promedio equivalentes registrados en el área urbana del cantón Cañar son: 67,58dB, 70,27dB y 65,2dB en horarios de 07:00h a 08:00h, 13:00h a 14:00h y 20:00h a 21:00h respectivamente.
- En el horario de 07:00h a 08:00h, los sitios de estudio que superan los límites permisibles para el tipo de suelo de área residencial (55dB) regulada por el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULSMA), actualizada según el acuerdo Ministerial 97-A, Anexo 5 de Noviembre del año 2015 se localizan en: la calle Carlos Moncayo (63,2dB), calle Jaime Roldós y 4 de Noviembre (61,6dB), ciudadela Unidos Venceremos (61,9dB), calle Carrera Cuenca y Santa Rosa (64,6dB), calle Tarquí y Chimborazo (61,7dB), calle 3 de Noviembre y Bolívar (67,8dB), calle Miguel Ángel Andrade (66,5dB), calle 3 de Noviembre y Arturo Ordoñez (58,8dB), calle Justiniano Crespo y Sin Nombre (61,2dB), vía a Honorato Vásquez (59,46dB), calle Héroes de Verdeloma (58,2dB), calle Javiera Nieto y Guayaquil (60,4dB), avenida Colón y 28 de Mayo (63,2dB), calle Luis F. Martínez (56,9dB), Universidad Católica (61,6dB), sector del Estadio (61,84dB). Los sitios que sobrepasan los valores permitidos para el área comercial (60dB) son: la Panamericana y Carrera Cuenca (74,4dB), avenida San Antonio y avenida Colón (66,8dB), Panamericana y Jaime Roldós (75,7dB), avenida Colón y Januario Palacios (69,7dB), entrada a la colina San Antonio (67,5dB), calle 10 de Agosto y Av. Ingapirca (62,3dB), avenida 24 de Mayo y 10 de Agosto (67,7dB), ciudadela Ángel María Iglesias (62,5dB), sector Quilloac (62,6dB), avenida 24 de Mayo y Panamericana (69,7dB), avenida Paseo de los Cañarís (69,6dB), sector parque de Quantug (66,5dB), sector Nar (73,3dB).
- Al comparar los niveles de presión sonora obtenidos en el monitoreo en horario de 13:00h a 14:00h, con el libro VI Anexo 5 del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria, se evidencia que los puntos que sobrepasan los límites permisibles para el tipo de suelo de área residencial son: calle Carlos Moncayo (62,1dB), calle Jaime Roldós y 4 de Noviembre (61,5dB), ciudadela Unidos Venceremos (68,7dB), calle Carrera Cuenca y Santa Rosa (62,3dB), calle Tarquí y Chimborazo (65,7dB), calle 3 de Noviembre y Bolívar (68,8dB), calle Miguel Ángel Andrade (66,5dB), calle 3 de Noviembre y Arturo Ordoñez (58,1dB), calle Justiniano Crespo y Sin Nombre (62,0dB), vía a Honorato



Vásquez (60,1dB), calle Javiera Nieto y Guayaquil (62,0dB), avenida Colón y 28 de Mayo (64,9dB), Universidad Católica (63,6dB), sector del Estadio (60,5dB). Los sitios que sobrepasan los valores permitidos para el área comercial (60dB) son: la Panamericana y Carrera Cuenca (71,0dB), avenida San Antonio y avenida Colón (69,1dB), Panamericana y Jaime Roldós (73,9dB), avenida Colón y Januario Palacios (74,1dB), entrada a la colina San Antonio (66,5dB), calle 10 de Agosto y Av. Ingapirca (60,7dB), avenida 24 de Mayo y 10 de Agosto (71,1dB), sector Quilloac (61,3dB), avenida 24 de Mayo y Panamericana (82,0dB), avenida Paseo de los Cañarís (67,5dB), sector parque de Guantug (62,7dB), sector Nar (72,4dB).

- De 20:00h a 21:00h en los meses de agosto y septiembre del año 2016, los sitios que superan los límites permisibles para el tipo de suelo de área residencial según el Texto Unificado de Legislación Ambiental se localizan en: calle Carlos Moncayo (55,2dB), calle Jaime Roldós y 4 de Noviembre (65,0dB), ciudadela Unidos Venceremos (57,1dB), calle Carrera Cuenca y Santa Rosa (60,3dB), calle Tarquí y Chimborazo (62,7dB), calle 3 de Noviembre y Bolívar (65,46dB), calle Miguel Ángel Andrade (67,1dB), calle 3 de Noviembre y Arturo Ordoñez (60,0dB), calle Justiniano Crespo y Sin Nombre (57,7dB), vía a Honorato Vásquez (57,9dB), calle Héroes de Verdeloma (57,8dB), calle Javiera Nieto y Guayaquil (63,4dB), avenida Colón y 28 de Mayo (62,8dB), calle Luis F. Martínez (57,8dB), Universidad Católica (59,2dB), sector del Estadio (56,3dB). Las localidades que sobrepasan los valores permitidos para el área comercial (60dB) son: la Panamericana y Carrera Cuenca (68,6dB), avenida San Antonio y avenida Colón (67,4dB), Panamericana y Jaime Roldós (73,6dB), avenida Colón y Januario Palacios (65,2dB), entrada a la colina San Antonio (65,9dB), calle 10 de Agosto y Av. Ingapirca (65,7dB), avenida 24 de Mayo y 10 de Agosto (66,7dB), sector Quilloac (61,1dB), avenida 24 de Mayo y Panamericana (65,7dB), avenida Paseo de los Cañarís (64,9dB), sector parque de Guantug (62,2dB), sector Nar (70,8dB).
- Los sitios del área urbana del cantón Cañar que presentan los niveles de presión sonora más elevados ($> 70\text{dB}$) que constituyen un factor potencial de contaminación acústica se localizan en: la Panamericana y Carrera Cuenca, avenida Colón y Januario Palacios, Panamericana y Jaime Roldós y en la Panamericana sector Nar.
- Los coeficientes de correlación R de Pearson entre el flujo vehicular y los niveles de presión sonora registrados en Cañar son iguales a: 0,8266; 0,7452 y 0,8092 en horarios de 07:00h a 08:00h, 13:00h a 14:00h y 20:00h a 21:00h



respectivamente, en cambio el valor de R de Pearson entre la velocidad del viento en los meses de agosto y septiembre de 2016 y los niveles de presión sonora obtenidos en el monitoreo son iguales a: 0,736; 0,846 y 0,486 en los mismos horarios antes mencionados.

- El incremento en los niveles de presión sonora registrados en la cabecera urbana del cantón, se atribuyen al tráfico vehicular; sin embargo, en los sitios donde el tráfico vehicular es inferior a 45 vehículos por hora, existe prevalencia de niveles de presión sonora altos, lo cual se atribuye a la velocidad del viento, dado al alto grado de correlación que existe entre estos dos factores.
- Las fuentes emisoras de ruido identificadas durante el monitoreo, fueron únicamente fuentes móviles (tráfico vehicular) en la cabecera urbana cantonal monitoreada.
- Durante el monitoreo no se evidenció la presencia de fuentes fijas de contaminación acústica.
- Al realizar el análisis de los niveles de presión sonora no existieron eventualidades relevantes, excepto la afluencia de personas y vehículos los días domingos debido a la presencia de la feria en el cantón Cañar.
- Según el criterio de clasificación de la Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) los sitios aceptables (<65dB) en cuanto a generación de ruido se localizan en la calle: Carlos Moncayo, Jaime Roldós y 4 de Noviembre, Carrera Cuenca y Santa Rosa, Tarquí y Chimborazo, 10 de Agosto y Av. Ingapirca, 3 de Noviembre y Arturo Ordoñez, Justiniano Crespo, Vía a Honorato Vásquez, Héroes de Verdeloma, Javiera Nieto y Guayaquil, Colón y 28 de Mayo, Luis F. Martínez, Gonzalo Martínez, ciudadela Ángel María Iglesias, sector Quilloac, sector parque de Quantug, Universidad Católica y sector el estadio.

Los sitios inaceptables (65dB a 75dB) para la salud humana se ubican en: la Panamericana y Carrera Cuenca, avenida San Antonio y avenida Colón, Panamericana y Jaime Roldós, avenida Colón y Januario Palacios, ciudadela Unidos Venceremos, entrada a la colina de San Antonio, 3 de Noviembre y Bolívar, calle Miguel Ángel Andrade, avenida 24 de Mayo y 10 de Agosto, avenida Paseo de los Cañaris y sector Nar.

El punto que se considera peligroso (>75dB) según el criterio de la OECD se ubica en la avenida 24 de Mayo y Panamericana, es propicio manifestar que el día de monitoreo en este sector fue domingo, día donde se reúnen y participan la mayor parte de los sectores rurales para comercializar sus productos en el día de feria.



6. RECOMENDACIONES

El presente estudio investigativo se desarrolló en los meses de agosto y septiembre del año 2016, fechas en las cuales las instituciones educativas de régimen sierra se encontraban en el periodo vacacional, lo que implica una reducción considerable en el tráfico vehicular y por ende en la generación de ruido, por lo que se recomienda realizar otro monitoreo, en los meses de período escolar para determinar los niveles de presión sonora y comparar con los resultados obtenidos.

Al realizar el análisis de presión sonora minucioso sobre las fuentes emisoras de ruido, se determinaron como principales: el tráfico vehicular y las condiciones meteorológicas como el viento, al considerar el segundo factor antes mencionado se observó que en los meses de agosto y septiembre las velocidades del viento en el cantón Cañar son elevadas en comparación con los demás meses del año, es necesario aclarar que la velocidad del viento varia en los diferentes meses, tomando en reparo esta variable se hace válido y oportuno realizar el monitoreo en mayo, mes que según el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología registra velocidades de viento inferiores a lo largo de todo el año.

Uno de los objetivos de la investigación fue realizar un análisis comparativo de los niveles de presión sonora registrados en el cantón con la normativa nacional, los horarios seleccionados para el monitoreo fueron de 07:01h a 08:00h, 13:00h a 14:00h y de 20:00h a 21:00h, horarios que según la normativa corresponden a niveles máximos de ruido para el período diurno, sin embargo para poder efectuar comparaciones con el período nocturno es propicio realizar el monitoreo en horas entre las 21:01h hasta las 07:00h.

Antes de efectuar el monitoreo es importante difundir a través de diferentes medios de comunicación social los objetivos del proyecto que se pretendan realizar, de esta manera se evitarían posibles malos entendidos, oposiciones al estudio y percances que pudiera ocurrir durante la ejecución del trabajo de campo.

Los niveles de presión sonora registrados en el estudio son valores elevados superando en el 80% de la totalidad de puntos evaluados los 60,0dB, para poder mitigar o reducir dichos niveles de ruido, se podría planificar campañas de concientización, información y divulgación sobre la importancia de este tema, las instituciones educativas son las llamadas a ser las aliadas en la difusión y así conseguir que los habitantes del cantón puedan evitar y prevenir lesiones o afecciones físicas por causas del ruido, además sería importante que la ciudadanía pueda



conocer también las alteraciones que sufren los ecosistemas debido a altos niveles de presión sonora. Es de mucha utilidad este estudio para socializar con las autoridades del cantón con la finalidad de que se puedan crear o modificar ordenanzas para disminuir el uso inadecuado de las bocinas de los vehículos, ruidos de las motos y en general sensibilizar el correcto uso del vehículo, y por último sería pertinente la realización de talleres, charlas, y campañas de socialización para difundir el uso de prendas de vestir capaces de ayudar a evitar o disminuir los problemas ocasionados por los niveles de presión sonora altos que llegan a nuestros oídos.

7. BIBLIOGRAFÍA

Andrade, A., & Celio, R. (2014, September 30). Control del ruido en el área de motores en la compañía "T. P. M. I. A." S. A. (Tesis). Universidad De Guayaquil, Ingeniería Industrial.



- Andrade, S., & Pilar, S. (2014). La contaminación acústica y su influencia en la atención de las niñas de séptimo grado de educación básica de la “Escuela república de Venezuela”, de la ciudad de Ambato provincia de Tungurahua.
- Asinsten, J. (2010). El Sonido. Edición de sonidos en computadora, para proyectos en Clic, multimedia y en otras actividades educativas.
- BBC News. (2012). El ruido también afecta a los árboles y a las aves. Londres.
- Bello, J. (2011). Fundamentals of Music Technology.
- Berg, R., & Stork, D. (2008). The Physics of Sound 3rd edition.
- Bonilla, M., Manuel, J., Monge, M., & Alberto, E. (2015). Caracterización de la Distribución de los Niveles de Presión Sonora para el Casco Central del Cantón de San José.
- Bravo, Z., & Andrés, D. (2015). Fundamentación legal de la contaminación acústica urbana o comunitaria en la legislación ambiental ecuatoriana.
- Bueno, J., Núñez, D., & Sanz, J. (2015). Cultural transmission and its possible effect on urban acoustic adaptation of the great tit *Parus major*. *Animal Biodiversity and Conservation*, 38(2), 221–231.
- Burgos, C., & Parra, R. (2012). Determinación de la Contaminación Acústica en la Zona Centro de la Ciudad de Ambato.
- Bruel, J., & Kjaer, M. (2003). Measurin Sound.
- Callejo, L. Ruiz, P. & Rodríguez, N. (2012). Cualidades del Sonido. Timbre, tono, amplitud y frecuencia, México.
- Campos, L. (2011). Evaluación de riesgos físicos y mecánicos en la empresa Novacero S.A planta Lasso para mejorar el ambiente laboral. Universidad técnica de Ambato, Ambato.
- Cevallos, L. (2015). Implementación de un plan de monitoreo y estudio de calidad de aire y ruido, en el campus Sangolquí de la universidad de las fuerzas armadas ESPE. Escuela Politécnica del Ejército, Quito.
- Comité Meteorológico Internacional. (2008). Escala Moderna Beaufort.



- Cortés, R. (2013). Guía Práctica para el Análisis y la Gestión del Ruido Industrial, 138, Madrid.
- Chávez, M. (2012). Gestión sobre ruido ambiental en el distrito metropolitano de Quito, Ecuador, 3, 107.
- Delgado, D., Aguilera, M. de los Á., Delgado, F., Cano, I., & Ramírez, O. (2013). Calidad de Vida en el Trabajo y Condiciones de Trabajo, en Auxiliares de Esterilización. Ciencia & Trabajo, 15(48), 148–151.
- Department of Housing Urban Development. (2013). Criterio de Aceptabilidad de los Niveles de Ruido permisibles para el estado de California.
- Dirección de Movilidad Transporte y Convivencia del cantón Cañar. (2016). Parque Automotriz del Cantón Cañar.
- Federal Interagency Committee on Noise. (2010). Airport Noise Analysis.
- Fundación Natura. (2007). Programa de manejo ambientalmente adecuado y desechos especiales en el Ecuador - iv fase.
- García, A. (2006). La Contaminación Acústica. Fuentes, Evaluación, Efectos y Control (Vol. 2). España: Sociedad Española de Acústica.
- GAD Intercultural del cantón Cañar. (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Cañar.
- Gómez, G. (2005). Manual para la formación en Prevención de Riesgos Laborales. Especialidad Higiene Industrial., 425.
- Guzmán, M., & Maldonado, M. (2012). "Implementación del centro de emprendimientos en el cantón cañar". Universidad de Cuenca, Cañar.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2016). Dirección de Información Cartográfica Estadística.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2016). Registro Mensual de Observaciones Meteorológicas. Estación Cañar.



- Molina, S., Miceli, M., & Guelman, L. (2015). Noise exposure and oxidative balance in auditory and extra-auditory structures in adult and developing animals. Pharmacological approaches aimed to minimize its effects. *Pharmacological Research*.
- Ministerio del Ambiente., Acuerdo Ministerial 97-A. (2015). Límites Permisibles de Niveles de Ruido Ambiente para Fuentes Fijas y Fuentes Móviles, y para Vibraciones. Libro VI, Anexo 5. En *Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULAS)*.
- Muscar, E. (2000). El ruido nos mata en silencio, 13.
- Nicole, W. (2016). Noise and Body Fat: Uncovering New Connections. *Environmental Health Perspectives*, 124(3), A57.
- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). (2014). Criterio de Aceptabilidad para el Ruido Diurno.
- Platzer, U., Iñiguez C., Cevo E., & Ayala, R. (2007). Medición de los niveles de ruido ambiental en la ciudad de Santiago de Chile. *Revista de Otorrinolaringología Y Cirugía de Cabeza Y Cuello*, 67(2), 122–128.
- Saquisilí, S. (2015). Evaluación de la contaminación acústica en la zona urbana de la ciudad de Azogues. (Tesis). Universidad de Cuenca, Azogues.
- Tambs, K., Hoffman, H., Borchgrevink, H., Holmen, J., & Engdahl, B. (2006). Hearing loss induced by occupational and impulse noise: Results on threshold shifts by frequencies, age and gender from the Nord-Trøndelag Hearing Loss Study. *International Journal of Audiology*, 45(5), 309–317.
- Unidad de Control Ambiental del Cantón Cañar. (2015). Actualización de las Actividades Productivas del Cantón Cañar.
- Vásquez, C. (2008). *La Física del Sonido*.
- Vázquez, V., Astudillo, A., y Espinoza, C. (2011). Elaboración de un mapa acústico empleando un Sistema de Información Geográfica para la zona urbana de Cuenca. *Ciencia, Investigación y Tecnología Ambiental*, 1, 1– 9.



Yepes, D., Gómez, M., Sánchez, L., & Jaramillo, A. (2008). Metodología de elaboración de mapas acústicos como herramienta de gestión del ruido urbano - caso Medellín. Medellín.

8. ANEXOS

Anexo 1: Hoja de registro de Excel para el procesamiento de datos y elaboración de los mapas acústicos del cantón Cañar.

Fecha	Dirección	Lkeq (dB)	Coordenadas
-------	-----------	-----------	-------------

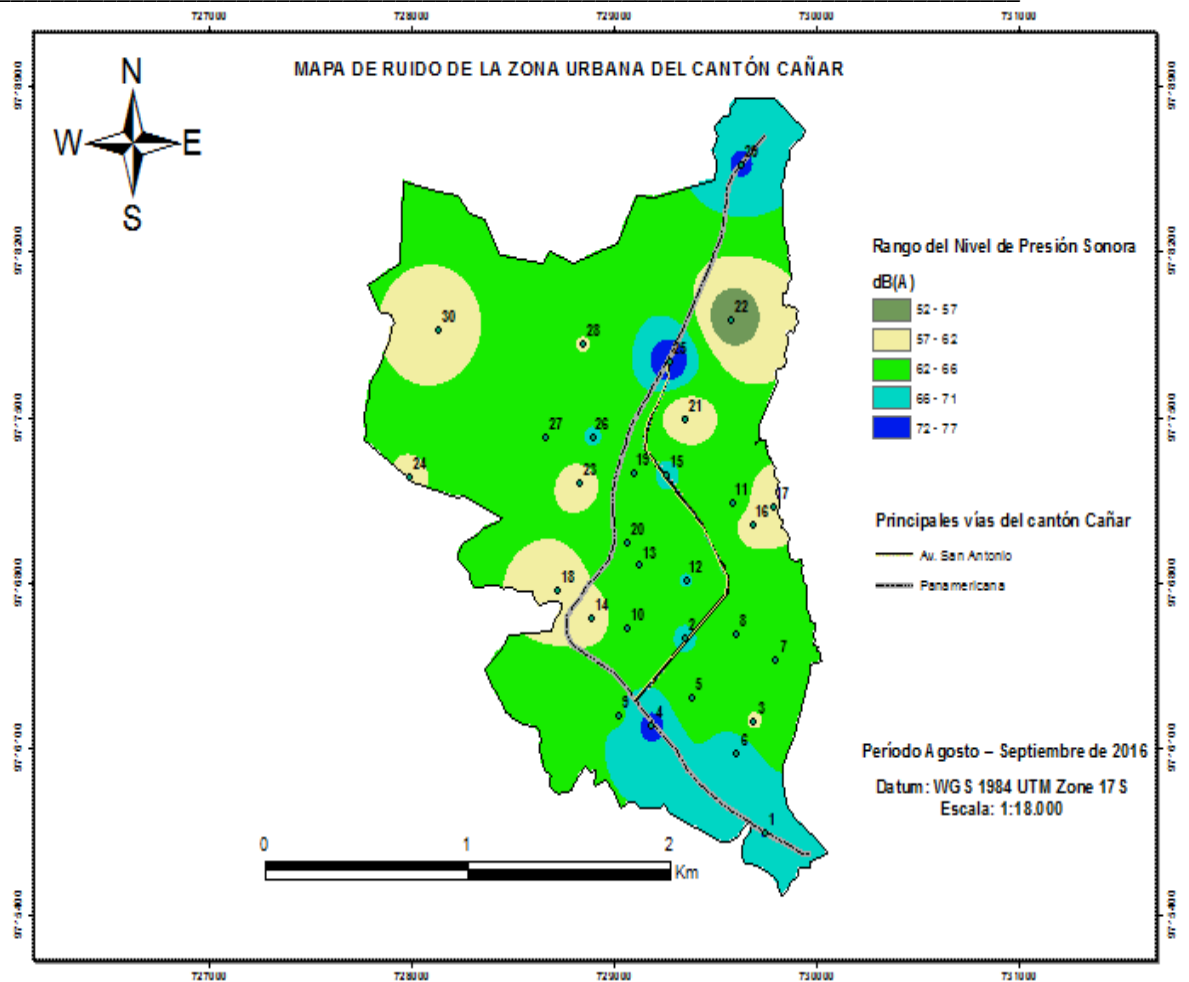


		07:00h a 08:00h	13:00h a 14:00h	20:00h a 21:00h	X	Y	Z
06/8/2016	Panamericana y Carrera Cuenca	74,46	71	68,66	729743	9715739	3193
07/8/2016	Av. San Antonio y Av. Colón	66,88	69,17	67,43	729352	9716563	3178
08/8/2016	Calle Carlos Moncayo	63,24	62,13	55,23	729691	9716214	3191
09/8/2016	Panamericana y Jaime Roldós	75,71	73,9	73,62	729186	9716194	3181
10/8/2016	Jaime Roldós y 4 de Noviembre	61,62	61,53	65,08	729381	9716313	3189
15/8/2016	Av. Colón y Januario Palacios	69,76	74,19	65,26	729605	9716079	3198
16/8/2016	Cdla. Unidos Venceremos	61,98	68,72	57,14	729798	9716470	3173
17/8/2016	Carrera Cuenca y Santa Rosa	64,6	62,35	60,39	729600	9716581	3176
18/8/2016	Entrada a la colina San Antonio	67,55	66,55	65,94	729021	9716236	3167
19/8/2016	Tarquí y Chimborazo	61,76	65,79	62,76	729069	9716608	3164
20/8/2016	10 de Agosto y Av. Ingapirca	62,36	60,78	65,76	729582	9717136	3118
21/8/2016	3 de Noviembre y Bolívar	67,88	68,81	63,46	729356	9716809	3177
22/8/2016	Miguel Ángel Andrade	66,52	66,5	67,15	729125	9716871	3143
23/8/2016	3 de Noviembre y Arturo Ordoñez	58,86	58,14	60,06	728888	9716648	3137
24/8/2016	Av. 24 de Mayo escalinatas	67,72	71,15	66,72	729257	9717256	3120
25/8/2016	Justiniano Crespo y S.N	61,22	62,08	57,72	729683	9717044	3126
26/8/2016	Vía a Honorato Vásquez	59,46	60,12	57,9	729785	9717122	3113
27/8/2016	Héroes de Verdeloma	58,23	54,58	57,88	728721	9716765	3139

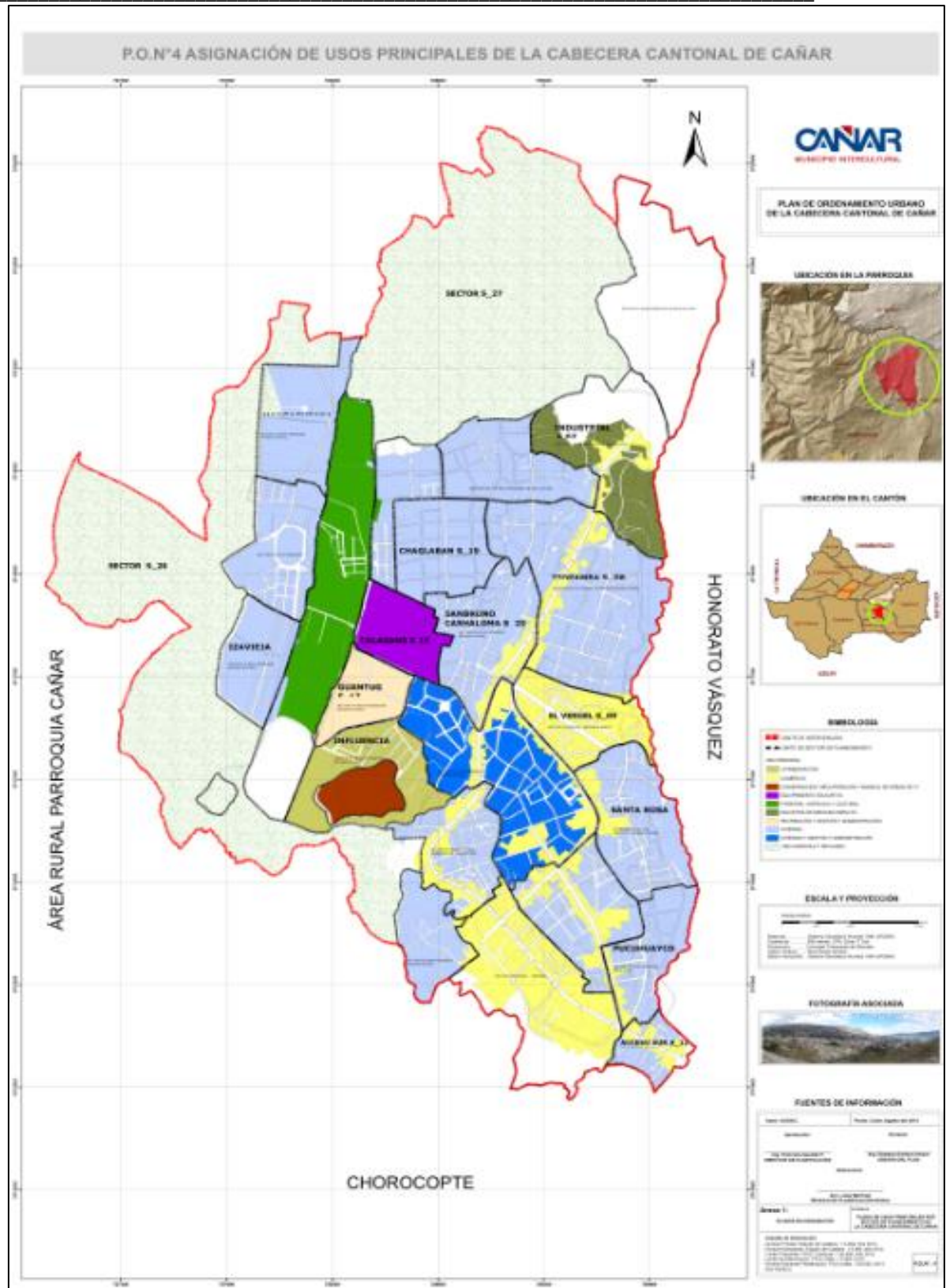


28/8/2016	Calle Guayaquil y Javiera Nieto	60,48	62,03	63,46	729096	9717263	3119
29/8/2016	28 de Mayo y Colon	63,27	64,99	62,88	729069	9716969	3124
30/8/2016	Luis F. Martínez	56,92	55,07	57,89	729349	9717492	3082
31/8/2016	Gonzalo Martínez	52,9	51,23	52,46	729580	9717912	3071
01/9/2016	Ciudadela Ángel María Iglesias	62,57	56,14	54,15	728829	9717223	3114
02/9/2016	Sector Quilloac	62,63	61,38	61,16	727991	9717241	3127
04/9/2016	Av. 24 de Mayo y Panamericana	69,72	82,09	65,76	729274	9717730	3083
05/9/2016	Av. Paseo de los Cañaris	69,63	67,51	64,98	728894	9717414	3106
07/9/2016	Parque de Recreaciones	66,55	62,71	62,28	728662	9717415	3130
08/9/2016	Universidad Católica	61,65	63,64	59,28	728848	9717805	3104
09/9/2016	Sector Nar	73,36	72,44	70,89	729628	9718566	3024
11/9/2016	Sector el Estadio	61,84	60,5	56,39	728134	9717868	3068

Anexo 2. Mapa Acústico del cantón Cañar. Periodo Agosto – Septiembre de 2016.



Anexo 3: Uso y Ocupación del suelo según del plan de ordenamiento territorial del cantón Cañar.



Anexo 4: Fotografías en los diferentes puntos de monitoreo.



Fotografía 1. Nivel de presión sonora registrado en la Av. 24 de Mayo y Panamericana.

Periodo Agosto – Septiembre 2016.

Horario 07:00h a 08:00h

Fuente: Autor



Fotografía 2: Nivel de presión sonora registrado en la Panamericana y Carrera Cuenca. Periodo Agosto – Septiembre 2016.

Horario 13:00h a 14:00h

Fuente: Autor



Fotografía 3: Registro del nivel de presión sonora en la calle Bolívar y 3 de Noviembre. Periodo Agosto – Septiembre 2016.

Horario 13:00h a 14:00h

Fuente: Autor



Fotografía 4: Registro del nivel de presión sonora en la calle Guayaquil y Javiera Nieto.

Periodo Agosto – Septiembre 2016.

Horario 07:00h a 08:00h

Fuente: Autor



Fotografía 5. Registro del nivel de presión sonora en la calle 3 de Noviembre y Arturo Ordoñez. Periodo Agosto – Septiembre 2016.
Horario 13:00h a 14:00h
Fuente: Autor

Anexo 5: Velocidades del viento registrados en los meses de agosto y septiembre de 2016, en la cabecera urbana del cantón Cañar.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA
REGISTRO MENSUAL DE OBSERVACIONES METEOROLOGICAS
MES: AGOSTO AÑO: 2016
ESTACION: CANAR



DIAS			NUROSCIDAD			VISIBILIDAD			ANEMOMETRO			VIENTO			FENOMENOS ADVERSOS						
DIAS	87	Nubes	12	Nubes	19	Nubes	13	87	19	15	34-48 (km)	VELOCIDAD MED. (km/h)	DIR. MED. (grados)	VELOCIDAD MED. (km/h)	DIR. MED. (grados)	13 HS	19 HS				
1	4	SC25	7	ST16	7	ST16	30	30	10		302347.6	319.3	13.3	3.7	S	6.0	SE	5.0	SE	6.0	
2	8	ST17	8	SC18	8	SC18	8	20	10		302966.9	289.5	12.1	3.4	SE	5.0	SE	5.0	SE	6.0	13.
3	8	ST17	7	ST16	5	ST16	5	20	5		302956.4	292.0	13.2	3.4	SE	5.0	SE	5.0	SE	5.0	13.5, 15.15.
4	7	ST17	7	ST16	5	ST16	5	30	10		303248.4	321.8	13.4	3.7	SE	6.0	SE	5.0	SE	6.0	13.
5	6	SC25	5	CU2	4	ST6	30	30	10		303570.2	300.2	12.5	3.5	SE	6.0	S	5.0	SE	5.0	
6	5	SC25	4	CU2	2	CU1	30	30	10		303870.4	304.6	12.7	3.5	SE	5.0	S	4.0	S	5.0	
7	8	ST16	8	ST16	4	ST16	20	30	10		304175.0	275.5	11.5	3.2	S	5.0	SE	5.0	SE	3.0	
8	8	ST16	5	ST6	4	SC4	30	30	15		304450.5	296.5	12.4	3.4	S	3.0	S	5.0	SE	5.0	13.
9	4	ST16	6	ST16	5	ST16	30	30	15		304747.0	310.6	12.9	3.6	SE	5.0	S	5.0	S	5.0	
10	7	ST16	6	ST16	6	ST16	20	30	10		305057.6	278.1	11.5	3.2	SE	6.0	S	4.0	S	6.0	
11	63	ST16	49	ST16	208	280	280	110			2948.1	124.4				52.0		52.0			
12	8	ST17	5	CU2	8	ST17	5	30	5		305333.7	239.8	10.0	2.8	S	3.0	SE	4.0	S	4.0	15.
13	2	AC25	4	CU2	12	ST17	10	30	10		305573.5	323.9	13.5	3.7	SE	5.0	S	4.0	S	5.0	13.
14	1	CU1	3	CU1	7	ST17	30	30	10		305897.4	309.0	12.9	3.6	S	5.0	SE	5.0	S	5.0	
15	3	CU1	4	CU2	5	CU2	30	30	10		306206.4	292.5	12.2	3.4	SE	5.0	S	4.0	SE	5.0	
16	8	ST17	5	CU2	5	ST16	30	30	10		306468.9	346.8	14.4	4.0	S	4.0	SE	7.0	SE	6.0	
17	6	SC25	6	ST16	5	ST16	30	30	10		306845.7	326.7	13.6	3.8	S	6.0	S	7.0	S	6.0	50.
18	8	ST16	7	ST16	7	ST16	30	30	10		307172.4	307.0	12.8	3.6	S	4.0	S	4.0	SE	6.0	15.
19	5	SC25	8	ST16	6	ST17	20	5	5		307479.4	322.8	13.4	3.7	S	7.0	S	4.0	S	4.0	20.15.58.
20	2	CU1	6	CU2	3	ST16	30	30	10		307802.2	319.4	13.3	3.7	S	4.0	SE	4.0	SE	6.0	
21	0	CU1	5	CU2	7	ST17	30	30													

68